

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 916**

51 Int. Cl.:

B30B 15/14 (2006.01)

B30B 15/10 (2006.01)

B30B 15/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2008 E 08710342 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2228204**

54 Título: **Servo-prensa eléctrica y método de control para servo-prensa eléctrica**

30 Prioridad:

08.01.2008 JP 2008001479

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.07.2015

73 Titular/es:

**AIDA ENGINEERING, LTD. (100.0%)
2-10, Ohyama-cho Sagamihara-shi
Kanagawa 229-1181, JP**

72 Inventor/es:

SOMEYA, ATSUSHI

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 541 916 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Servo-prensa eléctrica y método de control para servo-prensa eléctrica

5 Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere a una tecnología para el control de una servo-prensa eléctrica, para la conversión de la rotación de un servomotor en un movimiento oscilante de una corredera a través de un mecanismo de transmisión/conversión de potencia, con el fin de utilizar el movimiento oscilante vertical de la corredera para realizar el prensado de la pieza que va a trabajarse.

Técnica anterior

[0002] Son bien conocidas las máquinas de prensado (la denominada máquina servo-prensa eléctrica (una máquina de prensado); en adelante, se hará referencia a la máquina de prensado simplemente como a una prensa) para la transmisión de la rotación de un servomotor eléctrico, que está controlado electrónicamente, a una corredera, y la conversión de la rotación en un movimiento oscilante vertical de la corredera, gracias a la intermediación de un mecanismo de transmisión/conversión de potencia (por ejemplo, un mecanismo de cigüeñal) para utilizar el movimiento oscilante vertical de la corredera con el fin de realizar el prensado de la pieza que va a trabajarse.

[0003] En el caso de la servo-prensa eléctrica que acaba de describirse, deben tenerse en cuenta las siguientes ventajas (el servomotor permite un movimiento libre, al tiempo que pueden eliminarse el volante y el conjunto formado por el embrague/freno que incorpora una prensa mecánica convencional).

[0004] Específicamente, la prensa mecánica convencional presenta una configuración en la cual un motor (o el volante) correspondiente a un elemento motriz y un cigüeñal pueden encontrarse completamente separados (mecánicamente) el uno del otro, mediante una posición de conmutación de la unidad embrague/freno.

[0005] Por otra parte, teniendo en cuenta la ventaja que representa el hecho de que un estado operativo puede controlarse con relativa libertad mediante la utilización de software, así como una reducción adicional del coste del dispositivo, de su tamaño y de otros factores semejantes, la servo-prensa eléctrica adopta en general una configuración que no permite la separación física entre el elemento motriz y un componente operativo, mientras que el servomotor y el cigüeñal se encuentran permanentemente conectados.

[0006] En el caso del servomotor eléctrico, suele ser muy difícil mantener de forma fiable y garantizar un estado de detención cuando el servomotor eléctrico se encuentra detenido de forma controlada (se encuentra en situación de servo-bloqueo) o garantizar que el servomotor eléctrico se detenga de forma fiable antes de que haya transcurrido un período de tiempo predeterminado, en caso de que deba detenerse el servomotor. Específicamente, resulta difícil impedir el arranque imprevisto del servomotor o situaciones similares.

[0007] Concretamente, en el caso de que la servo-prensa eléctrica se utilice en una operación de carga manual de la pieza, es decir, en el caso de que la servo-prensa eléctrica se pare a cada golpe, para que la pieza se introduzca y se retire manualmente, si el servomotor eléctrico, y por tanto la corredera, se mueven cuando el servomotor eléctrico y la corredera deberían estar parados, se corre el riesgo de que pueda darse la situación en la que se vea directamente afectada la seguridad física del ser humano. Por lo tanto, es necesario construir un sistema más avanzado con el que pueda conseguirse una parada segura fiable.

[0008] En el Documento de Patente N° 1, se propone una servo-prensa eléctrica que incluye un freno mecánico como complemento del servofreno o del freno dinámico, o para ser utilizado como medio de frenado, en lugar del servofreno o del freno dinámico.

[0009] De acuerdo con la servo-prensa eléctrica descrita en el Documento de Patente N° 1, la adición del freno mecánico, con una potencia de frenado mayor que la del servofreno o el freno dinámico permite una parada más rápida y el mantenimiento de la situación de parada, a fin de impedir una puesta en marcha imprevista o situación similar, y por tanto, aumentar la seguridad.

[0010] Sin embargo, en la prensa descrita en el Documento de Patente N° 1, se acciona el freno mecánico para cada parada. Por causa de ello, los discos de fricción se desgastan y pueden provocar un problema, ya que es necesario cambiar los discos de fricción a intervalos regulares.

[0011] Asimismo, a fin de impedir la puesta en marcha inesperada u otro problema similar, la fuerza de frenado del freno mecánico debe ser superior al par máximo del servomotor. De este modo, aumenta el tamaño del freno. Además, teniendo en cuenta la necesidad de sustituir frecuentemente unos discos de fricción de mayores dimensiones, se corre el riesgo de que aumente la carga económica.

[0012] Además, en el Documento de Patente N° 2 se propone una servo-prensa eléctrica en la que se interrumpe la alimentación eléctrica del servomotor para impedir la puesta en marcha inesperada (impulso rotativo) o similar, causada por el encendido del servomotor o una causa similar cuando el operador se introduce en un espacio predeterminado mientras la prensa (la rotación del motor) se encuentra detenida.

[0013] La servo-prensa eléctrica que se describe en el Documento de Patente N° 2 está diseñada de forma que impida que se produzca una situación de peligro causada por una operación equivocada, la puesta en marcha inesperada del servomotor, o una causa similar, mediante la interrupción de la alimentación del servomotor cuando la mano u otra parte del cuerpo del operador se introduce en la zona de trabajo de la prensa (concretamente, en una zona peligrosa) durante la operación de configuración o similar.

[0014] Específicamente, la situación de parada de la servo-prensa eléctrica que se describe en el Documento de Patente N° 2 puede mantenerse con mayor fiabilidad durante la situación de parada de la prensa (la rotación del

motor). No obstante, en el caso de que se efectúe una solicitud de parada inmediata durante el funcionamiento de la prensa, para que ésta se detenga inmediatamente, dicha solicitud no se tiene en cuenta. Por lo tanto, si una estructura como la descrita en el Documento de Patente Nº 2 se utiliza directamente para una parada inmediata durante el funcionamiento de la prensa, se corre el riesgo de que, por ejemplo, continúe funcionando un rato más debido a la fuerza de la inercia.

[0015] Por lo tanto, cuando una mano humana o similar accede a la zona de peligro cuando la prensa se encuentra en funcionamiento, no se garantiza que el deslizamiento de la prensa pueda detenerse con fiabilidad antes de que la mano humana llegue a la zona de peligro. De este modo, se corre el riesgo de que cualquier persona pueda resultar dañada de forma importante. Concretamente, en la prensa que incluye el mecanismo de conversión/transmisión de potencia de la prensa, consistente en un mecanismo de cigüeñal o similar, se corre el riesgo de que la prensa continúe en funcionamiento durante un cierto período debido a la fuerza de inercia de la corredera o del cigüeñal, incluso después de haberse interrumpido la alimentación del servomotor para anular la fuerza de impulsión. Por lo tanto, se corre un mayor riesgo de que se produzca un accidente que provoque lesiones o muertes.

[0016] En el Documento de Patente Nº 3, se propone una prensa en la que se determina que se está produciendo una situación anormal cuando la diferencia entre una posición de una corredera detectada por el codificador situado en el lado del eje del motor y la detectada por el codificador situado en el lado del cigüeñal es igual o superior a un valor predeterminado.

[0017] Asimismo, en el Documento de Patente Nº 4, se propone un dispositivo de control de arranques imprevistos para prensas, que controla la diferencia entre los valores detectados entre una escala lineal situada en el lado de la corredera, un codificador situado en el lado de la maquinaria principal y un codificador situado en el lado del eje del motor, a fin de determinar si se está produciendo una anomalía.

[0018] Es cierto que una anomalía, como un fallo producido en el codificador del lado de la corredera, en el del lado del cigüeñal o en el del lado del eje del motor es uno de los factores que conducen a la puesta en marcha imprevista del servomotor, y por tanto, resulta eficaz detectar y abordar la anomalía para impedir la puesta en marcha imprevista. No obstante, la puesta en marcha imprevista del servomotor no sólo se produce a causa de una de las anomalías anteriormente descritas, sino que también puede producirse, por ejemplo, a causa de una anomalía en la sección computerizada del controlador de movimientos del servomotor, o en la sección de almacenamiento del control de movimiento, o similar. Por lo tanto, puede darse el caso de que el dispositivo de control de puestas en marcha imprevistas descrito en el Documento de Patente Nº 4 resulte una contramedida insuficiente para aquellos casos en los que el ser humano resulta físicamente dañado.

[0019] En el Documento de Patente Nº 5, se propone un dispositivo de control de puestas en marcha imprevistas para la detección de la velocidad de la prensa cada vez que transcurre un período de tiempo predeterminado tras la introducción de una señal de comando de parada de deceleración en un servomotor, y para accionar el freno mecánico cuando la velocidad de la prensa supera una velocidad predeterminada.

[0020] El dispositivo de control de las puestas en marcha imprevistas que se describe en el Documento de Patente Nº 5 monitoriza la situación de desaceleración del servomotor, y puede monitorizar eficazmente no sólo la anomalía del codificador, como en el caso de los Documentos de Patente Nºs 3 y 4, sino también la puesta en marcha imprevista producida por causa de la anomalía de la sección computerizada del control de movimiento, de la sección de almacenamiento del control de movimiento o similar.

[0021] Sin embargo, el dispositivo de monitorización de arranques inesperados descrito anteriormente puede determinar que se ha producido una anomalía tan sólo después de detectar que la velocidad no se ha reducido instantáneamente a una velocidad predeterminada a la cual debería haberse reducido la velocidad en caso de funcionamiento normal del servomotor. El freno mecánico no se activa hasta que no se produce la determinación de la anomalía. De este modo, el freno mecánico inicia la frenada real para la desaceleración del servomotor una vez transcurrido un período de retardo correspondiente a la suma del período de tiempo requerido para la detección y el período de tiempo de actuación del freno, desde la introducción del comando de inicio de la frenada hasta el inicio de la frenada real por parte del freno mecánico. Como resultado de ello, el tiempo de parada se retrasa por el mismo período de retardo. Además, si el servomotor se encuentra en situación de puesta en marcha imprevista cuando el servomotor se encuentra a una mayor velocidad, el período de tiempo necesario para la frenada se incrementa aún más. Por lo tanto, la parada del servomotor, y por tanto, la parada de la prensa, se demoran aún más.

Documento de Patente Nº 1: JP No. 2003-290997 A

Documento de Patente Nº 2: JP No. 2005-125330 A

Documento de Patente Nº 3: JP No. 2003-205397 A

Documento de Patente Nº 4: JP No. 2005-219089 A

Documento de Patente Nº 5: JP No. 2005-199314 A

[0022] En los documentos JP2004025287A y JP2004023838A se describen otras prensas que incorporan sistemas de control de la corredera, así como los correspondientes métodos de control

Descripción de la invención

Problema a resolver mediante la invención

[0023] Aun en el caso de las prensas mecánicas convencionales y servo-prensas eléctricas, suele utilizarse convencionalmente un dispositivo de detección de intrusiones, como un dispositivo de seguridad mediante célula fotoeléctrica, a fin de impedir cualquier accidente que pueda provocar lesiones o muertes.

[0024] Más concretamente, el dispositivo de detección de intrusiones se instala, por ejemplo, antes (o en el exterior) de la zona peligrosa. De este modo se garantiza que el deslizamiento de la prensa se detiene después de que la mano haya pasado el dispositivo de detección de intrusiones y antes de alcanzar el área peligrosa, para impedir que la mano o la parte del cuerpo en cuestión sea atrapada por la corredera, un troquel o similar.

[0025] Por tanto, el dispositivo de detección de intrusiones se instala a una distancia predeterminada de la zona peligrosa. En el caso de que la mano se desplace a una velocidad de 1,6 m/s, por ejemplo, será necesario asegurarse de que el deslizamiento de la prensa se ha detenido dentro del intervalo requerido para que la mano que ha atravesado el dispositivo de detección de intrusiones pueda llegar a la zona de peligro.

[0026] La situación descrita significa que, si el período de tiempo necesario entre la detección de la intrusión y la parada garantizada de la corredera se hiciese más prolongado, el dispositivo de detección de intrusiones deberá instalarse a una distancia de la zona de peligro (la zona de trabajo) proporcionalmente más larga, lo que a su vez reduce la operatividad de la prensa. Dicho de otro modo, para que mejore la operatividad de la prensa, será necesario detener el deslizamiento de la forma más rápida y fiable posible en cuanto el dispositivo de detección de intrusiones detecte la intrusión.

[0027] La relación entre la distancia desde la zona de peligro hasta el dispositivo de detección de intrusiones (específicamente, una distancia de seguridad) y el período de tiempo transcurrido entre la detección y la parada garantizada de la corredera (período máximo de tiempo de parada inmediata) se define conforme, por ejemplo, a la Norma nacional Americana (ANSI B11.1), la Normativa Europea (EN 691), y las Normas japonesas en materia de estructuras mecánicas para prensas hidráulicas.

[0028] Por ejemplo, una expresión del cálculo definido en ANSI B11. 1 puede ser la siguiente:

$$\text{Distancia de seguridad (Ds)} = k(Tm - Tr + Tbm) + Dpf$$

K=1.6 m/seg (la velocidad de la mano);

Tm: El período máximo de parada inmediata (período de tiempo transcurrido entre la introducción del comando en un dispositivo de control y la parada);

Tr: tiempo de respuesta del dispositivo de detección de intrusiones;

Tbm: período de tiempo por el que se supera el período de monitorización (en caso de deterioro del rendimiento de la parada, el período de tiempo requerido para la detección de dicho deterioro); y

Dpf: una distancia añadida en función del rendimiento del dispositivo de detección de intrusiones.

[0029] En una prensa mecánica convencional, la parada siempre se efectúa mediante la fuerza de frenado del freno mecánico. Por lo tanto, el desgaste del revestimiento del freno tiende a aumentar con el uso. Así pues, es necesario disponer del dispositivo de monitorización del tiempo de superación del período, para controlar el freno y detectar que se ha producido una anomalía cuando aumenta el período de tiempo transcurrido hasta la parada. Por lo tanto, en la anterior expresión del cálculo de la distancia de seguridad se debe tener en cuenta el período de tiempo por el que se supera el período de detección (Tbm).

[0030] En este caso, el período de tiempo por el que se supera el período de monitorización (Tbm) en la anterior expresión del cálculo de la distancia de seguridad es el período requerido para que el dispositivo de control del período de tiempo por el que se supera el período de detección detecte el aumento del período requerido para la parada inmediata causado por el deterioro del freno. En la anterior expresión de cálculo de la distancia de seguridad, la distancia de seguridad se obtiene teniendo en cuenta el período de tiempo por el que se supera el período de monitorización. Dicho de otro modo, la expresión anterior del cálculo de la distancia de seguridad se basa en la idea de que debe obtenerse un período de tiempo que permita la parada asegurada aun cuando se produzca un deterioro del rendimiento, un fallo o similar, como el máximo período de tiempo hasta la parada inmediata. Es necesario adoptar dicha idea, aún en el caso de la servo-prensa eléctrica, teniendo en cuenta que existe el riesgo de que el funcionamiento de la prensa puede provocar un accidente que cause lesiones o muerte.

[0031] La idea de la distancia de seguridad que se ha descrito más arriba se puede aplicar igualmente a un pulsador a dos manos. Específicamente, la detención del deslizamiento de la prensa se garantiza antes de que la mano que se ha soltado del pulsador a dos manos alcance el área peligrosa.

[0032] Por otra parte, cuando la servo-prensa eléctrica presenta una configuración sin volante, el propio servomotor eléctrico es el que debe ejercer el par necesario para el funcionamiento de la prensa.

[0033] Por lo tanto, en el caso de la servo-prensa eléctrica se requiere un servomotor con un par de impulsión notablemente superior al del servomotor utilizado para la prensa mecánica convencional.

[0034] De este modo, en el caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista del servomotor, si se trata de detener el servomotor mediante la fuerza de frenado del freno mecánico, como en el caso de una prensa mecánica convencional, el freno mecánico deberá tener un mayor tamaño, ya que el freno mecánico es necesario para detener el servomotor contrarrestando el elevado par motor. El resultado es un mayor riesgo de encarecimiento del producto y, por ende, un precio de mantenimiento más elevado.

[0035] Además se corre el riesgo de que la desaceleración, con el elevado par de frenado, pueda causar en la prensa unas vibraciones relativamente elevadas, ruido o similar. Por tanto, teniendo en cuenta la generación de vibraciones o ruidos, no resulta deseable la desaceleración mediante un elevado par de frenado.

[0036] Por lo tanto, lo que se precisa es una servo-prensa eléctrica que pueda detener inmediatamente el deslizamiento, de forma segura y fiable, como en el caso de las prensas mecánicas convencionales, aún en el caso de que se produzca una anomalía como la puesta en marcha imprevista del servomotor o similar, que no esté obligada a incorporar un voluminoso freno mecánico o similar, y que por tanto no incremente los costes y pueda utilizarse con seguridad en la modalidad de carga y operación manual, con una buena operatividad y eficiencia de trabajo.

[0037] La presente invención se ha diseñado teniendo en cuenta las anteriores circunstancias, y tiene por objeto facilitar una servo-prensa eléctrica con una estructura relativamente sencilla y de bajo coste, que pueda detenerse inmediatamente y de forma segura en un lapso muy breve, en respuesta a un comando de parada inmediata, evitando tener que utilizar un freno mecánico, aun en el caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista de un servomotor o similar, y que proporcione una excelente operatividad y eficacia de trabajo a bajo coste, así como un dispositivo de control y un método de control para la misma.

Medios de resolución del problema

[0038] Cuando tiene lugar la puesta en marcha imprevista del motor debida a un fallo o anomalía de un elemento de control o un elemento mecánico, debe resolverse la puesta en marcha imprevista del motor (la prensa debería detenerse) sin fallos mediante la utilización del freno mecánico. No obstante, la prensa se detiene con relativa frecuencia (se detiene con una elevada probabilidad) en respuesta a un comando de parada inmediata causado por una parada de emergencia o detección de intrusión, mientras que la probabilidad de que se produzca la puesta en marcha imprevista del motor es extremadamente baja.

[0039] Además, resulta difícil monitorizar y detectar todos los factores que pueden causar la puesta en marcha imprevista.

[0040] Por lo tanto, un método consiste en accionar constantemente el freno mecánico como contramedida frente a la puesta en marcha imprevista, cuyas probabilidades son muy bajas (frecuencia de ocurrencia), pero el freno mecánico se acciona para detener la prensa en respuesta a un comando con una mayor probabilidad (frecuencia de generación) conforme al método. Por lo tanto, este método resulta desventajoso en términos económicos y productivos.

[0041] Además, en un estado de liberación del control (un estado de giro libre del motor) tras la interrupción de la alimentación al motor, el período de tiempo necesario para que el servomotor deje de girar (período de tiempo de atenuación de la rotación) resulta enormemente largo, en comparación con el período de tiempo de atenuación de la rotación hasta la parada de la rotación del servomotor, que se lleva a cabo mediante un control positivo de detención de la rotación por parte del servomotor. Cuando se transmite un comando de parada de emergencia o un comando de parada inmediata, resulta deseable en ese caso realizar el control de la detención de la rotación del servomotor, en vista de la reducción del período de tiempo que se necesita para la parada.

[0042] Por otro lado, si la puesta en marcha imprevista del motor se produce realmente, debe priorizarse la seguridad física humana frente al desgaste del freno, y por tanto, resulta aceptable la carga económica que supone el mantenimiento del freno mecánico o el cambio del freno. En realidad, el desgaste sufrido por el freno mecánico o similar es muy reducido en el caso de que el accionamiento se deba a la puesta en marcha imprevista, que tiene muy pocas probabilidades de ocurrir. Los intervalos entre sustituciones de los discos de fricción pueden ser lo suficientemente prolongados. De este modo, puede pensarse que la carga económica no va a incrementarse en condiciones reales.

[0043] Teniendo en cuenta las condiciones técnicas reales específicas de la servo-prensa eléctrica descrita anteriormente, conforme a la presente invención, el cambio a un tipo de movimiento predeterminado (por ejemplo, un movimiento que permita la parada a la máxima aceleración, sin generar grandes vibraciones ni ruidos) se lleva a cabo tras la generación del comando de parada inmediata, y el control de la parada del giro del motor se realiza positivamente para minimizar el período de tiempo necesario para detener la prensa cuando el motor funciona con normalidad. Asimismo, cuando transcurre un período de tiempo prefijado más breve, independientemente de que la rotación del motor sea normal o anormal, e incluso sin que se determine la misma, el control de la detención del giro se libera para realizar el cambio al estado de rotación libre del motor. El freno mecánico está configurado para ser accionado, específicamente, para efectuar realmente el frenado en este estado.

[0044] Por lo tanto, la presente invención facilita un método conforme a la reivindicación 1 y una servo-prensa eléctrica conforme a la reivindicación 2, que comprende un dispositivo para el control de una servo-prensa eléctrica, destinado a la conversión de la rotación de un servomotor controlado eléctricamente, mediante la intermediación de un mecanismo de transmisión/conversión de potencia, en un movimiento oscilante vertical de una corredera, para utilizar el movimiento oscilante vertical de la corredera a fin de realizar el trabajo de prensado de una pieza, donde:

el control de la detención del giro del servomotor se lleva a cabo conforme a un movimiento de parada inmediata predeterminado, en respuesta a un comando de parada inmediata; y
se hace que un freno mecánico de la servo-prensa eléctrica actúe para realizar la frenada en una salida del servomotor y que al menos un control electrónico que incluye como mínimo un control de la detención del giro y de la alimentación de impulsión relativa al servomotor se detenga bajo la condición de que transcurra un período de tiempo predeterminado tras el comienzo de la ejecución del control de la detención de la rotación.

[0045] En la presente invención, un período transcurrido tras el paso del período de tiempo predeterminado desde el inicio de la ejecución del control de la detención del giro puede estar situado en o en torno a un instante de parada programado, momento en el cual la rotación del servomotor se detendría mediante la ejecución del comando de comando de control de parada del giro, en el caso en el que el servomotor opera con normalidad.

[0046] En la presente invención, la detención de al menos el control electrónico, incluyendo al menos el comando de comando de control de parada del giro y la fuente de alimentación de impulsión del servomotor puede incluir la interrupción de una línea de señal de control o de una línea de alimentación eléctrica de impulsión conectada al servomotor mediante hardware.

[0047] En la presente invención, la parada de la alimentación eléctrica de impulsión del servomotor puede incluir al menos la desaparición de una señal de control de los transistores de alimentación que constituyen parte del circuito de impulsión de un servomotor, haciendo que desaparezca una señal de control para transistores de alimentación que forman parte de un circuito de impulsión del servomotor, a fin de hacer que una señal de control básica dirigida a los transistores de alimentación desaparezca, así como la interrupción de una corriente de impulsión suministrada al servomotor mediante un contactor electromagnético.

[0048] De acuerdo con una realización de la presente invención, el dispositivo de control de una servo-prensa eléctrica para la conversión de la rotación de un servomotor controlado electrónicamente, a través de un mecanismo de transmisión/conversión de potencia, en el movimiento oscilante vertical de una corredera, para utilizar dicho movimiento oscilante vertical de la corredera con la intención de realizar el prensado de una pieza, incluye:

medios de control de parada inmediata para la ejecución del control de la detención del giro del servomotor basada en un movimiento de parada inmediata almacenado en unos medios de almacenamiento, al generarse un comando de parada inmediata; y

medios de control para ordenar a un freno mecánico de la servo-prensa eléctrica que inicie una operación de frenado en una salida del servomotor en un momento predeterminado de inicio del accionamiento del freno cuando los medios de control de parada inmediata ejecutan el control de la detención del giro y para ordenar la detención del comando de control de parada del giro ejecutado por los medios de control de parada inmediata en un instante predeterminado de liberación del control.

[0049] En la presente invención, el instante predeterminado de inicio del accionamiento del freno puede configurarse para que haga que el freno mecánico de la servo-prensa eléctrica se ponga en funcionamiento para realizar el frenado en la salida del servomotor en o alrededor de un instante de parada programado, en el cual la rotación del servomotor se detiene mediante la ejecución del comando de control de parada de rotación, en aquellos casos en los que el servomotor opera con normalidad.

[0050] En la presente invención, el instante predeterminado de liberación del control puede configurarse de forma que el control de la detención del giro por parte de los medios de control de la parada inmediata se detenga realmente en o alrededor de un instante programado de detención, en el cual la rotación del servomotor es detenida por la ejecución del comando de control de detención del giro en aquellos casos en los que el servomotor opera con normalidad.

[0051] En la presente invención, los medios de control pueden ejecutar el comando de control de parada de la alimentación eléctrica al servomotor en o alrededor de un momento de detención programado en el cual la rotación del servomotor es detenida por la ejecución del comando control de detención de la rotación en aquellos casos en los que el servomotor opera con normalidad.

[0052] En la presente invención, la detención de la ejecución del comando de control de parada de la rotación ejecutado por los medios de control de parada inmediata, siendo ejecutada la parada por los medios de control, puede incluir un comando de control para la interrupción por hardware de una línea de alimentación de impulsión conectada al servomotor.

[0053] En la presente invención, el control de la detención de la fuente de alimentación de impulsión del servomotor, siendo ejecutado dicho comando de control por los medios de control, puede incluir un comando de control de la interrupción por hardware, de una línea de alimentación eléctrica de impulsión conectada al servomotor.

[0054] En la presente invención, el comando de control de parada de la alimentación eléctrica de impulsión del servomotor, siendo ejecutado dicho control por los medios de control, puede incluir al menos un comando de control que haga que desaparezca una señal de control de los transistores de alimentación que forman parte del circuito de impulsión de un servomotor, para hacer que desaparezca una señal de control básica para los transistores de potencia y para controlar la interrupción de una corriente de impulsión suministrada al servomotor mediante un contactor electromagnético.

[0055] En la presente invención, el momento en el cual se hace que el freno mecánico de la servo-prensa eléctrica actúe para realizar el frenado de la salida del servomotor puede coincidir con, o suceder en un instante predeterminado anterior a un instante en el cual se detiene al menos un comando de control electrónico, incluyendo al menos el control de la detención del giro y la alimentación eléctrica de impulsión del servomotor.

[0056] En la presente invención, pueden configurarse de forma redundante, a fin de aumentar la fiabilidad de la seguridad, al menos una sección para el almacenamiento del instante predeterminado de inicio del accionamiento del freno, una sección para ordenar al freno mecánico de la servo-prensa eléctrica que inicie una operación de frenado en la salida del servomotor en el instante predeterminado de inicio del accionamiento del freno, una sección de almacenamiento del instante predeterminado de liberación del control, y una sección para ordenar la parada de la ejecución del comando de control de la detención del giro realizado por los medios de control de parada inmediata en el instante predeterminado de liberación del control.

[0057] En la presente invención, el freno mecánico puede estar estructurado de forma que se accione una válvula electromagnética para descargar aire en un cilindro a fin de descargar aire a presión contra la fuerza de retorno

ejercida por un resorte, de forma que los elementos de fricción queden presionados uno contra otro mediante la fuerza de retorno ejercida por el resorte, para realizar el frenado de la salida del servomotor.

[0058] En la presente invención, el momento en el cual se hace que el freno mecánico de la servo-prensa eléctrica actúe realmente para frenar la salida del servomotor puede coincidir con, o tener lugar en un momento predeterminado anterior al momento en el cual se detiene al menos un comando de control electrónico, incluyendo al menos el control de la detención del giro y la fuente de alimentación de impulsión del servomotor.

[0059] En la presente invención, el freno mecánico puede estar estructurado de forma que se accione una válvula electromagnética para descargar aire en un cilindro a fin de descargar aire a presión contra la fuerza de retorno ejercida por un resorte, de forma que los elementos de fricción queden presionados uno contra otro mediante la fuerza de retorno ejercida por el resorte, para realizar el frenado de la salida del servomotor.

[0060] Adicionalmente, en la presente invención, el servomotor puede ser un motor de tipo síncrono accionado giratoriamente en respuesta a una señal de impulso de rotación sincronizada con una posición de un polo magnético de un rotor.

[0061] En la presente invención, el comando de parada inmediata se puede generar en función de al menos un comando de parada de emergencia generado a su vez en función de la activación manual por parte de un operador y de una señal de detección de intrusión generada por la intrusión de una mano humana en una zona de peligro.

[0062] En la presente invención, el instante de parada programado puede ser un instante de parada programado en el cual la rotación del servomotor se detiene por la ejecución del comando de control de detención del giro partiendo de un estado en el que el servomotor está siendo operado a su máxima velocidad o de un estado en el que la servo-prensa eléctrica está siendo operada a su máxima velocidad, independientemente de la velocidad de rotación del servomotor con anterioridad a la ejecución del comando de control de detención del giro.

[0063] Asimismo, en la presente invención, el instante de parada programado puede ser modificado en función de una velocidad de rotación y de una tasa de desaceleración objetivo del servomotor con anterioridad a la ejecución del comando de control de detención del giro.

Efecto de de la Invención

[0064] De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar una servo-prensa eléctrica que tenga una estructura relativamente sencilla y asequible, que pueda ser detenida inmediatamente con seguridad y fiabilidad en un breve período de tiempo, en respuesta a un comando de parada inmediata, evitando la intervención de un freno mecánico, y que pueda ser detenida con fiabilidad y seguridad incluso en el caso de que se haya producido la puesta en marcha imprevista de un servomotor o similar, y que proporcione una excelente operatividad y eficiencia de trabajo a un bajo coste, así como un dispositivo de control y un dispositivo de control de la misma.

Breve descripción de las figuras

[0065]

FIGURA 1 es un organigrama que muestra un dispositivo de control de un servomotor eléctrico, conforme a una primera realización de la presente invención.

FIGURA 2 es un organigrama que muestra el dispositivo de control (con seguridad mejorada) del servomotor eléctrico conforme a la primera realización de la presente invención.

FIGURA 3 es un diagrama de un circuito que muestra la desconexión de una fuente de alimentación de impulsión rotativa para el dispositivo de control del servomotor eléctrico conforme a la primera realización de la presente invención.

FIGURA 4 es un diagrama de circuito que muestra la desconexión de la fuente de alimentación de impulsión rotativa (con seguridad mejorada) del servomotor eléctrico conforme a la primera realización de la presente invención.

FIGURA 5 es un diagrama de circuito que muestra un servo variador para el dispositivo de control del servomotor eléctrico conforme a la primera realización de la presente invención.

FIGURA 6 es una diagrama de circuito que muestra el servo-variador (con seguridad mejorada) del dispositivo de control para el servomotor eléctrico conforme a la primera realización de la presente invención.

FIGURA 7 es un cronograma que muestra el funcionamiento del dispositivo de control del servomotor eléctrico, que se inicia cuando el servomotor eléctrico está girando a su máxima velocidad, conforme a la primera realización de la presente invención.

FIGURA 8 es un cronograma que muestra el funcionamiento del dispositivo de control del servomotor eléctrico, que se pone en funcionamiento cuando el servomotor eléctrico gira a velocidad media, conforme a la primera realización de la presente invención.

Descripción de los símbolos

[0066]

- 1 servo-prensa eléctrica
- 5 mecanismo de cigüeñal (mecanismo de transmisión de potencia/conversión)
- 7 codificador del cigüeñal
- 9 corredera

	10	servomotor
	15	freno mecánico
	20	circuito del servo-actuador
	22	contactor electromagnético
5	24	circuito de impulsión
	25	transistor de alimentación
	28	servo-controlador
	50	unidad de control de la prensa
	52	sección de computerización
10	53	sección de almacenamiento
	55	sección de ajustes
	56	sección de visualización
	61	dispositivo de parada de emergencia
	62	dispositivo de detección de intrusiones

15 Realización preferida de la invención

[0067] En los siguientes párrafos se describirá en detalle la realización preferida de la presente invención haciendo referencia a las figuras. La presente invención no está limitada por la realización que se describe seguidamente.

20 [0068] Como se describe a continuación basándose en las FIGS. 1 a 8, una servo-prensa eléctrica 1 conforme a esta realización se encuentra configurada para permitir la realización de la siguiente operación de prensado. Basándose en una señal de comando de parada inmediata Skt, se lleva a cabo la conmutación al modo de control de detención del giro (control de parada inmediata) de un servomotor 10, de acuerdo con unos CRVs de detención inmediata del movimiento preestablecidos. Además, se acciona un freno mecánico 15 para iniciar la frenada real en un instante programado de finalización del control (instante de parada programado t3) en el cual se completa la parada conforme a la detención inmediata del movimiento cuando el servomotor opera con normalidad. Además, una fuente de alimentación de impulsión rotativa del servomotor 10 se desconecta de forma forzada en el instante programado de finalización del control (instante de parada programado t3). De esta forma, la rotación del servomotor 10 puede detenerse con fiabilidad y rapidez, no sólo en el caso de una solicitud de parada inmediata en el caso de que el servomotor 10 y su sistema de control operen con normalidad, sino también en el caso de una solicitud de parada inmediata cuando se haya producido una puesta en marcha imprevista causada por una anomalía del servomotor 10 y de su sistema de control.

[0069] En la figura 1, la servo-prensa eléctrica 1 convierte la rotación del servomotor 10 en un movimiento oscilante vertical de una corredera 9 a través de un mecanismo de conversión/transmisión de potencia 5 con el fin de utilizar el movimiento vertical oscilante de la corredera 9 para realizar el prensado de una pieza.

35 [0070] En lo que se refiere al mecanismo de conversión/transmisión de potencia 5, por ejemplo se supone un mecanismo de cigüeñal 5 configurado para incluir un cigüeñal 6, un eje de conexión 8, y similares. Un eje giratorio del servomotor 10 y el cigüeñal 6 se conectan entre sí a través del freno mecánico 15 y de un mecanismo reductor de la velocidad (piñón 2 y engranaje principal 3). El mecanismo de conversión/transmisión de potencia 5 puede implementarse utilizando un mecanismo de varilla roscada, un mecanismo de conexión o similar.

40 [0071] Un codificador del eje motor 11 se encuentra conectado al servomotor 10. El codificador 11 realimenta a un servo-actuador 21 una señal de detección S11 como información correspondiente a un ángulo de rotación motor-eje. La señal de detección S11 se utiliza como señal de realimentación de la posición en un sistema de control de la posición, y se utiliza como una señal de control de realimentación de la velocidad en un sistema de control de la velocidad. Asimismo, y aunque no se muestra, la señal de detección S11 también se transmite a un servo-controlador 28 y a una unidad de control de la prensa 50 para ser utilizada para el control del movimiento y el control de la prensa.

45 [0072] Un codificador del cigüeñal 7 se conecta al cigüeñal 6. El codificador 7 transmite una señal de detección S7 como información correspondiente a un ángulo de rotación del cigüeñal a la unidad de control de la prensa 50. La señal de detección S7 se convierte en una posición de la corredera 9 y en una velocidad de la prensa (velocidad de deslizamiento) para ser utilizada con fines de control y visualización. Asimismo, aunque no se muestra, también es posible comparar entre sí la señal de detección S11 y la señal de detección S7 para detectar cualquier anomalía en la señal de detección del codificador utilizando la técnica descrita en el Documento de Patente N° 3 o 4.

50 [0073] Aunque se puede utilizar como servomotor 10 cualquier motor cuyo estado de funcionamiento pueda controlarse electrónicamente, en esta realización se utiliza un motor de tipo síncrono (servomotor CA) que puede girar sincronizadamente con una señal (señal de impulso de rotación Sd mostrada en las FIGS. 5 y 6) correspondiente, por ejemplo, a un polo magnético (imán permanente) del rotor. Aun en el caso de que se introduzca la señal de impulso de rotación Sd, el servomotor 10 puede no estar impulsado de forma giratoria cuando la señal de impulso de rotación no sea una señal correspondiente al polo magnético (imán permanente) (señal alimentada en un momento en el que se activa la generación de una fuerza de impulsión). Específicamente, cuando la correspondencia entre la señal y el polo magnético se pierde a causa de la generación de una anomalía o fallo de un componente (circuito, elemento, o similar) o las corrientes de impulsión del motor Iu, Iv, y Iw no pueden interrumpirse debido a un fallo en cualquiera de los transistores de alimentación 25 o similares, el servomotor 10 no puede impulsarse normalmente, y por lo tanto, no puede girar con normalidad. Esta característica del servomotor de tipo síncrono aporta seguridad. Incluso en este respecto, puede prevenirse de antemano el estado de puesta en marcha imprevista del motor o similares.

[0074] Como se muestra en la figura 1, el freno mecánico 15 está configurado para operar una válvula electromagnética 17 para impulsar aire en un dispositivo cilíndrico 16, y a continuación, realizar una operación de frenado (operación para apretar un disco de fricción móvil contra un disco de fricción fijo) utilizando la fuerza de retorno de un resorte a fin de aplicar una fuerza de frenado al servomotor 10. Aunque el freno mecánico 15 no se limita a un freno mecánico de descarga de aire como el que se ha descrito anteriormente, este tipo resulta adecuado para una prensa que requiere un par de frenado relativamente elevado. Además, el tipo de freno mecánico mencionado anteriormente se utiliza con frecuencia en prensas mecánicas convencionales, y resulta ventajoso en términos de fiabilidad, coste, disponibilidad y similares. El freno mecánico 15 puede consistir también en otros tipos de freno de fricción o en un freno que utilice, por ejemplo, una fuerza electromagnética.

[0075] En el freno mecánico 15 conforme a la presente realización, cuando la válvula electromagnética (solenoides) 17 se desmagnetiza en el instante t1 como se muestra en la figura 7, la descarga del aire en el cilindro 16 se inicia a través de la válvula electromagnética 17. La presión del aire se reduce gradualmente a medida que transcurre el tiempo. Seguidamente, cuando el disco de fricción se desplaza de acuerdo con una ubicación indicada como "recorrido del freno" en la figura 7, se inicia la operación de frenado. Por comodidad de la siguiente descripción, un instante t31 en el cual los discos de fricción se ponen en contacto entre sí para permitir que el freno inicie el frenado se indica como un instante de inicio sustancial de la operación de frenado (accionamiento real del freno) en la figura 7.

[0076] Específicamente, un período de retardo en el accionamiento del freno mecánico 15 es T12 (desde el instante t1 al instante t31), y dura, por ejemplo, en torno a 60 milisegundos.

[0077] Posteriormente, cuando el aire del dispositivo cilíndrico 16 se sigue descargando hasta quedar completamente descargado, los discos de fricción son presionados por la fuerza completa del resorte. Específicamente, la fuerza de frenado del freno mecánico 15 aumenta a lo largo de un período de tiempo de incremento de la fuerza de frenado a determinar (por ejemplo, 15 ms) hasta alcanzar una fuerza de frenado definida. El servomotor 10 se frena y se detiene a la fuerza de frenado definida.

[0078] Como se aprecia en la figura 1, el dispositivo de control de la servo-prensa eléctrica 1 está configurado de forma que incluya un circuito de servo-actuador 20 y la unidad de control de prensa 50. Además, el circuito de servo-actuador 20 está configurado para incluir el servo-controlador 28 y el servo-actuador 21.

[0079] Un dispositivo de parada de emergencia 61 y un dispositivo de detección de intrusiones 62, así como una sección de configuración 55 y una sección de visualización 56 se encuentran conectados a la unidad de control de la prensa 50, con lo cual pueden llevarse a cabo el ajuste de un intervalo de temporización de liberación del control, el ajuste de un intervalo de temporización de inicio del accionamiento del freno, así como el ajuste de la parada inmediata almacenado en los medios de almacenamiento incluidos en el servo-controlador 28 en respuesta a una señal de servo control Scnt, y similares, como se describe seguidamente. Por ejemplo, en esta realización, la señal del servo control Scnt está configurada para ser transmitida y recibida a través de una línea de comunicaciones en serie bidireccional. Se permiten la transmisión y recepción de señales para el ajuste de los diversos movimientos para diferentes tipos de prensas de moldeado y su selección, la selección de un modo de funcionamiento, el ajuste y la selección de un parámetro servo. Todas estas señales se incluyen en la señal de servo control Scnt.

[0080] Específicamente, para el ajuste de la temporización de liberación del control o similar, se introduce un valor establecido en la sección de ajuste 55 al tiempo que se confirma en la sección de visualización 56 y a continuación se almacena en la sección de almacenamiento como un valor establecido. El establecimiento de la temporización de inicio del accionamiento del freno, el establecimiento de la parada inmediata y similares pueden llevarse a cabo de la misma forma.

[0081] La unidad de control de la prensa 50 es el medio de control de la prensa en su conjunto. Las operaciones y componentes relativos al impulso rotacional del servomotor 10, y concretamente, de la parada inmediata, se muestran principalmente en las figuras 1 y 2, omitiéndose la ilustración de las operaciones y componentes no directamente relacionados con las mismas (por ejemplo, los contenidos de control durante el funcionamiento normal, las entradas y salidas no relacionadas con la parada inmediata, los medios de transporte de la pieza y similares).

[0082] La unidad de control de la prensa 50 está configurada para incluir, por ejemplo, una sección de entrada/salida, una sección computerizada, la sección de almacenamiento y otras similares, como el hardware. Sin embargo, la ilustración del hardware se omite en la figura 1, y se muestran principalmente las secciones dedicadas a la realización del procesamiento de señales en relación con la parada inmediata. Cuando el dispositivo de parada de emergencia 61 o el dispositivo de detección de intrusiones 62 generan una señal de parada inmediata, los medios de generación de señales 41 incluidos en la unidad de control de la prensa 50 generan inmediatamente una señal de comando de parada inmediata Skt. La señal de parada inmediata puede introducirse no sólo desde los dispositivos mencionados anteriormente, sino también desde otros dispositivos como un protector de seguridad, en la medida necesaria.

[0083] Cuando se genera la señal de comando de parada inmediata Skt (desde el nivel H al nivel L), se transmite una señal de parada inmediata Ssc (desde el nivel H al nivel L) al servo controlador 28 a través de los medios lógicos de procesamiento 42 que se incluyen en la unidad de control de la prensa 50.

[0084] Los medios lógicos de procesamiento 42 están configurados para realizar el procesamiento AND no sólo con la señal del comando de parada inmediata Skt sino también con la señal de comando de parada generada por otro medio de control 49 (por ejemplo, control de los medios de transporte de la pieza y similares) de forma que se pueda generar como respuesta a la misma una parada inmediata. De este modo, la señal de parada inmediata Ssc se emite (desde el nivel H al nivel L) incluso cuando se genere cualquiera de las señales (desde el nivel H al nivel L). Los medios lógicos de procesamiento 44, 46, y 48 están pensados para conseguir el mismo objetivo.

[0085] En los medios de almacenamiento incluidos en el servo controlador 28, se encuentra almacenada previamente la parada inmediata (más concretamente, un movimiento del servomotor 10 para realizar una parada inmediata cuando se encuentra girando a la máxima velocidad, al que se denomina movimiento de parada inmediata de referencia): Para el movimiento de parada inmediata de referencia, se fija una curva de parada (patrón de parada) adecuada para detener rápidamente la corredera 9 de la servo-prensa eléctrica 1 sin generar un impacto excesivo, vibraciones o similar, durante el control de la detención del giro (comando de control de parada inmediata) del mismo, o dicho de otro modo, una curva de desaceleración (patrón de desaceleración) que permite la consecución de una tasa máxima de incremento de la desaceleración dentro del rango permitido de impactos, vibraciones o similares.

[0086] Los medios de control de parada inmediata incluyen la unidad de control de la prensa 50, el servo controlador 28, y el servo actuador 21. Al recibir la señal de parada inmediata Ssc (desde el nivel H al nivel L) desde la unidad de control de la prensa 50, el servo controlador 28 genera el movimiento de parada inmediata para desacelerar con rapidez la velocidad de funcionamiento del servomotor 10 desde la velocidad de funcionamiento hasta la parada del servomotor 10 basándose en el movimiento de parada inmediata de referencia por conversión. Simultáneamente, el movimiento durante la operación cambia al movimiento de parada inmediata. Una señal de movimiento Sm de acuerdo con el movimiento de parada inmediata se transmite desde el servo actuador 21 para llevar a cabo el control de la detención de la rotación y detener rápidamente el servomotor 10.

[0087] Para el movimiento de parada inmediata conforme a esta realización, se utiliza un método de almacenamiento de tan sólo un movimiento de parada inmediata de referencia cuando la parada inmediata se realiza cuando el servomotor 10 está girando a la máxima velocidad y calculando y generando el movimiento de parada inmediata conforme a cada velocidad, en función del movimiento de parada inmediata de referencia. No obstante, el método no se limita tan sólo a ello. Por ejemplo, pueden utilizarse alternativamente un método de almacenamiento de una pluralidad de movimientos de parada inmediata correspondientes a las velocidades respectivas, y la selección del movimiento de parada inmediata correspondiente a la velocidad de funcionamiento o un método de obtención del movimiento de parada inmediata mediante el cálculo de una interpolación.

[0088] Los medios de control de frenado se encuentran configurados para incluir la unidad de control de la prensa 50 y la válvula electromagnética 17. Un valor de configuración del intervalo de inicio del accionamiento del freno T11 se preselecciona para unos medios de recuento del intervalo de accionamiento del freno 45 de la unidad de control de la prensa 50 a través de unos medios de configuración del instante de inicio del accionamiento del freno (55, 56, y 50). Al generarse la señal del comando de parada inmediata Skt, los medios de recuento del instante de inicio del accionamiento del freno 45 incluidos en la unidad de control de la prensa 50 comienzan a contar el tiempo transcurrido. Cuando un valor de recuento alcanza el valor preestablecido T11, se genera una señal de accionamiento del freno mecánico Sslc (desde el nivel H al nivel L) hacia la válvula electromagnética 17 a través de los medios lógicos de procesamiento 46. La válvula electromagnética 17 se acciona mediante la señal de accionamiento del freno Sslc y descarga el aire en el dispositivo cilíndrico 16 del freno mecánico 15 para iniciar el accionamiento del freno mecánico 15.

[0089] Los medios de liberación forzosa del control se encuentran configurados de forma que incluyan la unidad de control de la prensa 50, el servo actuador 21 y/o un contactor electromagnético 22. Un valor predeterminado de temporización de liberación del control T21 se preselecciona para los medios de conteo del instante de liberación del control 43 de la unidad de control de la prensa 50 a través de unos medios de configuración del instante de liberación del control (55, 56, y 50). Al generarse la señal del comando de parada inmediata Skt, los medios de conteo del instante de liberación del control 43 comienzan a contar el tiempo transcurrido. Cuando el valor del conteo alcanza el valor predeterminado T21, se emite una señal de liberación como una interrupción de la señal de control básica Sbc (desde el nivel H al nivel L) al servo actuador 21 a través de los medios lógicos de procesamiento 44 para interrumpir las corrientes de impulsión del servomotor lu, lv, y lw transmitidas desde el servo actuador 21 para liberar de forma forzosa el control de la detención del giro.

[0090] En la figura 1, el circuito del servo actuador 20 está configurado para incluir el servo actuador 21 y el servo controlador 28. El servo controlador 28 está configurado de forma que pueda almacenar la pluralidad de movimientos correspondientes a diversos tipos de prensas de moldeo, el movimiento de parada inmediata de referencia y similares. El servo controlador 28 efectúa una selección entre los diversos movimientos almacenados y lleva a cabo un cálculo basado en la señal del servo control Scnt y en la señal de parada inmediata Scc procedente de la unidad de control de la prensa 50 para generar la señal de movimiento Sm y transmitir la señal de movimiento generada de este modo al servo actuador 21. El servo actuador 21 realimenta la señal de detección de la posición S11 del servomotor 10 utilizando la señal de movimiento Sm como una señal de comando, y calcula la fuerza de impulsión necesaria para emitir las corrientes de impulsión lu, lv, y lw correspondientes a la fuerza de impulsión calculada, impulsando de este modo el giro del servomotor 10.

[0091] Una sección de control PWM 22 que forma parte del servo actuador 21 obtiene cada una de las fases del servomotor 10 desde la posición de cada polo magnético, en función de la señal de detección de la posición S11 del servomotor 10 al tiempo que ajusta una amplitud de impulso en función de la fuerza de impulsión requerida obtenida mediante el cálculo descrito anteriormente, generando de este modo una señal de control PWM Sc de cada fase, como se aprecia en la figura 5.

[0092] La señal de control PWM Sc se transmite a cada uno de los elementos de control 23 correspondientes a cada fase del servomotor 10. Cada uno de los elementos de control 23 genera y transmite la señal de control Sd correspondiente a cada fase del motor a cada uno de los transistores de alimentación 25. Específicamente, un circuito de impulsión 24 que incluye los transistores de alimentación 25 controla la rotación del servomotor 10. Los símbolos de referencia lu, lv, y lw designan las corrientes que impulsan el motor. Los detalles de la conexión entre

los bobinados de las respectivas fases del servomotor 10 y de los transistores de alimentación 25 son conocidos, por lo que en la figura 5 se omite la ilustración de los mismos. El símbolo de referencia V21 designa una fuente de alimentación de control, y el símbolo de referencia Vmt designa una fuente de alimentación de impulsión rotacional del motor.

5 **[0093]** La liberación forzada del control de parada de rotación mediante la interrupción de la señal de impulsión se lleva a cabo de la forma siguiente:

10 **[0094]** Específicamente, cuando se recibe la señal de interrupción del impulso base Sbc (desde el nivel H al nivel L) procedente de la unidad de control de la prensa 50 (véanse figura 1 y similares), el servo actuador 21 des-energiza un relé de control 33, que se muestra en la figura. 3 mediante la intermediación de un transistor de impulsión 32 para abrir un contacto del relé de control 33. Como resultado de ello, la fuente de alimentación de control V21 que se muestra en la figura 5 se desconecta para que desaparezca la alimentación de los elementos de control (elementos de impulsión base) 23. Específicamente, se hace desaparecer la señal de control Sc dirigida a los transistores de alimentación 25 incluidos en el circuito del servo variador 20.

15 **[0095]** Como resultado de ello, los elementos de control 23 no pueden realizar el control de los transistores de alimentación 25. De este modo, las corrientes de control del motor lu, lv, y lw se interrumpen para que desaparezca la fuerza de impulsión del servomotor 10. Específicamente, el servomotor 10 se desconecta de la fuente de alimentación de impulso rotacional del motor Vmt para liberar de forma forzosa el control de la rotación (comando de control de parada inmediata) del servomotor 10.

20 **[0096]** Como servomotor 10 conforme a esta realización, se utiliza el motor de tipo síncrono, por ejemplo. Por ello, como se ha descrito anteriormente, la fuerza de impulsión no puede generarse a menos que la señal de control PWM de cada fase esté controlada en la fase correspondiente a la posición de cada polo magnético. Específicamente, es difícil creer que una señal correspondiente a la fase se genere de forma natural si se interrumpe tan sólo la señal PWM de control Sc.

25 **[0097]** Por lo tanto, aun cuando las corrientes de impulsión del motor lu, lv, y lw puedan no interrumpirse a causa de un fallo o similar, puede no generarse la fuerza de impulso rotacional correspondiente al servomotor 10. Concretamente, el uso de un motor de tipo síncrono, como el descrito anteriormente, aporta seguridad.

30 **[0098]** Además de la interrupción de la señal de impulso base al servo actuador 21, existe un método para, por ejemplo, interrumpir directamente un circuito motor conectado al servomotor 10 utilizando el contactor electromagnético 22 como medio de liberación forzada del control. Las partes (47, 48, y 22) indicadas con una línea de puntos en la figura 1 corresponden a ello.

35 **[0099]** Al igual que en el caso del método que utiliza la interrupción del impulso base, un valor predeterminado de temporización de liberación del control T21-1 se preselecciona incluso en este método. Al generarse la señal de comando de parada inmediata Skt, los medios de conteo de temporización de liberación del control 47 inician el recuento del tiempo transcurrido. Cuando el valor de recuento alcanza el valor predeterminado T21-1, se genera una señal de interrupción del contactor electromagnético Scc a través de los medios lógicos de procesamiento 48. De este modo, el contactor electromagnético 22 interrumpe las corrientes de impulsión lu, lv, y lw para liberar de forma forzosa el control de la detención del giro.

40 **[0100]** Como se ha descrito anteriormente, cuando se genera la señal de comando de parada inmediata Skt a través de los medios de generación de señales 41, se inicia el control de parada de la rotación para detener rápidamente el servomotor 10.

45 **[0101]** Al mismo tiempo, el accionamiento del freno mecánico 15 se inicia en el instante establecido por los medios de configuración del instante de inicio del accionamiento del freno (55, 56, y 50), y el control de la parada de la rotación del servomotor 10 se libera de forma forzosa en el instante fijado por los medios de configuración de temporización de liberación del control (55, 56, y 50).

50 **[0102]** En la figura 7 se muestra un ejemplo de los intervalos de accionamiento descritos anteriormente.

55 **[0103]** En este caso, tan sólo se describe el método de interrupción del impulso base como el método de liberación forzosa del control de la parada de rotación, y se omite el método de interrupción de la alimentación mediante el contactor electromagnético 22. Ambos métodos se utilizan para la liberación forzosa del control de detención de la rotación y deberían configurarse basándose en la misma idea. Si los medios de liberación forzada del control se encuentran constituidos por unos circuitos lo suficientemente fiables, podrá utilizarse tan sólo uno o ambos.

60 **[0104]** El dispositivo de detección de intrusiones 62 es un dispositivo de seguridad. Si la servo-prensa eléctrica 1 no se detuviese debido a cualquier fallo o similar, incluso cuando se detecte la intrusión de una mano humana o similar, se corre el riesgo de que pueda causar un accidente que tenga como consecuencias lesiones o muertes. En general, resulta difícil impedir perfectamente que se produzca una anomalía en el control del impulso rotacional o en el control de la detención del giro (concretamente, la puesta en marcha imprevista del servomotor 10).

65 **[0105]** Por lo tanto, es importante operar de forma fiable los medios de control del frenado y los medios de liberación forzosa del control para detener el servomotor 10.

[0106] Más concretamente, en esta realización se ofrece una idea del accionamiento del freno mecánico 15 por parte de los medios de control de frenado, al tiempo que se hace que la fuerza de impulsión del servomotor 10 desaparezca mediante los medios de liberación forzosa del control, para impedir de forma fiable que se produzca una anomalía en el control del impulso rotacional o en el control de la detención de la rotación (concretamente, la puesta en marcha imprevista del servomotor 10) de forma que el servomotor 10 se detenga de forma fiable.

[0107] Para que la seguridad sea más fiable, la unidad de control de la prensa 50 puede configurarse de forma que incluya dos controladores 51A y 51B, como se muestra en la figura 2. Tanto el primer controlador 51A como el segundo controlador 51B incluyen una sección de computerización 52 y una sección de almacenamiento 53. La serie de procesos mencionados anteriormente, realizados en la unidad de control de la prensa 50 y que se muestran

en la figura 1 se lleva a cabo de forma paralela en los controladores 51A y 51B. Los resultados del procesamiento paralelo se configuran para compararse entre sí, de forma que se procese información coherente (se almacene, se visualice, se genere y similar) como información formal. Aunque la ilustración del procesamiento de la señal en el momento de la generación de la señal de comando de parada inmediata que se muestra en el interior de la unidad de control de la prensa 50 de la figura 1 se omite en la figura 2, el procesamiento descrito más arriba se lleva realmente a cabo en el primer controlador 51A y en el segundo controlador 51B en paralelo.

[0108] La señal de salida procedente de la unidad de control de la prensa 50, como por ejemplo, la señal de interrupción de la corriente de impulsión base Sbc y la señal de accionamiento del freno Sslc se emiten como una pluralidad de señales. Como se muestra en la figura 4, las señales de salida de dos sistemas Sbc-A y Sbc-B se utilizan como la señal de interrupción de la corriente de impulsión base, y des-energizan los relés de control 33A y 33B respectivamente mediante los transistores de impulsión 32A y 32B de forma que desaparezca la alimentación de los elementos de control (elementos de impulsión base) 23 que se muestran en la figura 6. La configuración anteriormente mencionada es una configuración de un denominado relé de seguridad. Se garantiza que la potencia de impulsión básica se hace desaparecer para interrumpir la señal de control PWM Sc a fin de que se interrumpan las corrientes de impulsión del motor lu, lv, y lw, haciendo de este modo que desaparezca la fuerza de impulsión del servomotor 10.

[0109] El relé de control 33A se encuentra conectado a un lado no conectado a tierra, mientras que el relé de control 33B se encuentra conectado a un lado conectado a tierra en la figura 4. Esto se hace para impedir que los dos circuitos fallen de forma simultánea a causa del mismo factor, y es una forma habitual de utilizar el relé de seguridad. Un circuito de detección de fallos para cada uno de los relés de control 33A y 33B se conoce como relé de seguridad, por lo que se omite la ilustración del mismo en el presente documento.

[0110] Asimismo, y al igual que sucede con la señal de interrupción del impulso base, las señales de salida en dos sistemas pueden utilizarse para la señal de accionamiento del freno. Aunque no se muestra, puede utilizarse una válvula de doble solenoide como válvula electromagnética (solenoide) 17. Concretamente, el freno mecánico 15 puede accionarse con gran fiabilidad aun en el caso de que la válvula electromagnética falle, como una configuración en la cual, incluso cuando falla la válvula electromagnética de uno de los sistemas, el aire puede ser descargado por la válvula electromagnética del otro sistema. También se puede emplear un mecanismo para utilizar señales de salida de accionamiento del freno de dos sistemas, procedentes de la unidad de control de la prensa 50 para impulsar los solenoides por las respectivas salidas.

[0111] Además, el contactor electromagnético 22 para la interrupción de la alimentación al servomotor 10 también se puede configurar para utilizar salidas de dos sistemas y dos contactores electromagnéticos. No obstante, cuando se espera que la fuerza de impulsión del servomotor 10 pueda hacerse desaparecer con fiabilidad mediante la interrupción de la señal de impulso base, puede omitirse el contactor electromagnético 22.

[0112] Aunque no se muestra, el dispositivo de detección de intrusiones 62, que tiene una gran importancia para la seguridad, también puede tener una configuración de circuito redundante. La configuración puede ser tal que las salidas de dos sistemas del dispositivo de detección de intrusiones se introducen en la unidad de control de la prensa 50.

[0113] El dispositivo de detección de intrusiones 62 puede configurarse basándose, por ejemplo, en un dispositivo fotoeléctrico de seguridad o en una protección de seguridad con enclavamiento, que presenta una gran adaptabilidad para la protección física de las personas.

[0114] En esta realización, el dispositivo fotoeléctrico de seguridad utilizado es del tipo de no contacto y tiene una gran sensibilidad de detección. No es necesario que el dispositivo fotoeléctrico de seguridad se abra y se cierre, como en el caso de la protección de seguridad, y por lo tanto, puede permitir que la prensa opere con una adecuada operatividad. Sin embargo, el dispositivo fotoeléctrico de seguridad tiene una configuración en la que puede intervenir en cualquier momento una mano humana, por lo que resulta absolutamente necesaria la parada fiable de la corredera.

[0115] En este caso, una posición de barrido mediante rayos del dispositivo fotoeléctrico de seguridad es una posición seleccionada para que el servomotor 10 se detenga por completo, y concretamente, que pare la servo-prensa eléctrica 1 (corredera 9) antes de que una mano humana que avance (se desplace) a una velocidad de 1,6 m/s, basándose en las normas, alcance un área peligrosa.

[0116] Concretamente, la distancia entre la zona peligrosa de la servo-prensa eléctrica 1 y la posición de barrido mediante rayos, es decir, una distancia de seguridad (Ds) viene determinada por la siguiente expresión, y debe facilitarse en función del cálculo.

[0117] En los párrafos siguientes se describirá un caso basado en la American National Standards (ANSI). Aunque existen ligeras diferencias entre países, las ideas fundamentales siguen siendo las mismas.

$$\text{Distancia de seguridad (Ds)} = K(Tm + TRr + Tbm) + Dpf$$

K=1,6 m/s (velocidad de desplazamiento de la mano);

Tm: intervalo máximo para la parada inmediata (intervalo desde la entrada de datos a un dispositivo de control hasta la parada);

Tr: intervalo de respuesta del dispositivo de detección de intrusiones;

Tbm: período de tiempo por el que se supera el período de monitorización (en caso de deterioro del rendimiento de la parada, el período de tiempo requerido para la detección de dicho deterioro); y

ES 2 541 916 T3

Dpf: una distancia añadida en función del rendimiento del dispositivo de detección de intrusiones (que depende de las dimensiones del objeto más pequeño que ha de detectarse).

[0118] En este caso, T_m es el período de tiempo de parada inmediata máximo que se muestra en la figura 7, y T_r y D_{pf} se determinan en función del rendimiento del dispositivo fotoeléctrico de seguridad. El período de tiempo T_{bm} se genera debido a un dispositivo de monitorización de excesos utilizado en la prensa mecánica convencional.

[0119] Se cree que el freno mecánico apenas se deteriora en la servo-prensa eléctrica 1 conforme a la presente invención, por lo que se ha considerado que puede omitirse su estudio.

[0120] Los medios de generación de señales 41 incluidos en la unidad de control de la prensa 50 están configurados de forma que puedan generar un comando (señal de comando de parada inmediata S_{kt}) para detener de forma inmediata la servo-prensa electrónica 1 (el servomotor 10, y por consiguiente, la corredera 9) a condición de que se haya(n) introducido una señal de comando de parada de emergencia S_{em} y una señal de detección de intrusión S_{in} (o ambas).

[0121] Por ejemplo, en el caso de que se tema que la pieza, al caerse de los medios de transporte de la pieza, y que la corredera 9, al desplazarse de arriba abajo, interfieran entre sí, se genera la señal de parada de emergencia S_{em} y se emite cuando el operador acciona (pulsar) el botón de parada de emergencia 61.

[0122] Cuando se detecta una mano humana desplazándose hacia la zona peligrosa, el dispositivo de detección de intrusiones 62 genera y emite la señal de detección de intrusión S_{in} .

[0123] Los exámenes efectuados por el inventor de la presente invención y otras personas acerca del funcionamiento de la prensa (carga manual) en relación con la carga manual del material (pieza) demuestran que la frecuencia de generación de la segunda (la señal S_{in}) es superior a la de generación de la primera (la señal S_{em}).

[0124] Cuando se genera la señal de comando de parada inmediata S_{kt} en respuesta a la señal del comando de parada de emergencia S_{em} o la señal de detección de intrusiones S_{in} y a continuación se introduce en los medios de generación de señales 41, los medios de control de parada inmediata (50, 28, y 21) operan enviando funciones de envío de la señal de parada inmediata S_{sc} desde la unidad de control de la prensa 50.

[0125] El servo controlador 28 que ha recibido la señal de parada inmediata S_{sc} genera un movimiento de detención inmediata basado en el movimiento de parada inmediata de referencia almacenado en él, para transmitir al servo actuador 21 la señal de movimiento S_m conforme al movimiento generado.

[0126] El servomotor 10 controlado por el servo actuador 21 inicia el control de la desaceleración/parada en un instante t_0 tomado como punto de partida y, como se muestra en la figura 7, desacelera de acuerdo con las curvas CVRs del movimiento de parada inmediata (curva de desaceleración) (patrón de desaceleración) en el caso de que la parada inmediata deba efectuarse cuando el servomotor se encuentra girando a su máxima velocidad). En el caso de que el servomotor 10 esté controlado normalmente (como sucede en la mayoría de los casos), el servomotor 10 se detiene por completo una vez transcurrido un período correspondiente al instante de parada programado T_s (por ejemplo, 70 ms), es decir, en un instante de parada programado t_3 . Con fines de comparación, cuando la corriente de impulsión del servomotor (fuente de alimentación de impulsión rotativa V_{mt}) se interrumpe en el instante t_0 para dejar el servomotor 10 en un estado de rotación libre, la rotación continúa durante un período considerablemente mayor (por ejemplo, varios segundos). Concretamente, cuando el mecanismo de conversión/transmisión de potencia 5 es el mecanismo del cigüeñal, su inercia es considerable. Por lo tanto, se da el riesgo de que la rotación continúe durante un período mucho más prolongado.

[0127] En el caso de que el dispositivo de detección de intrusiones 62 sea el dispositivo fotoeléctrico de seguridad, se produce un período de tiempo de retardo (tiempo de respuesta T_r del dispositivo de detección de intrusiones) desde el momento en que un rayo se bloquea hasta la transmisión real de la señal de detección. No obstante, su ilustración se omite en la figura 7. Además, aunque otros tipos de dispositivo de detección de intrusiones también tienen un período de retardo, los períodos de retardo pueden considerarse de la misma forma.

[0128] Por otro lado, el freno mecánico 15 tiene un período de retardo T_{12} (desde t_1 a t_{31} : período de tiempo de funcionamiento de la válvula electromagnética 17 o período de tiempo de descarga del aire en el cilindro 16). Como se muestra en la figura 7, el valor de tiempo configurado T_{11} para la emisión de la señal de accionamiento del freno S_{slc} se fija de forma que el freno mecánico 15 inicie realmente la frenada en el instante de parada programado t_3 , teniendo en cuenta el período de retardo de accionamiento T_{12} .

[0129] Más concretamente, el valor de tiempo configurado T_{11} se fija de forma que el instante de parada programado t_3 acorde con las curvas CRVs de parada inmediata del movimiento y el instante de inicio de la frenada t_{31} coincidan sustancialmente entre sí. Sin embargo, no es necesario que el instante de parada programado t_3 y el instante de inicio de la frenada t_{31} coincidan perfectamente entre sí, como se describe seguidamente.

[0130] Por este motivo, en la figura 7 se incluye un período de ajuste de intervalos de tiempo T_{f1} (por ejemplo, 10 ms).

[0131] Por lo tanto, el valor de tiempo configurado T_{11} para la emisión de la señal de accionamiento del freno S_{slc} se obtiene así:

$$T_{LL} = T_s - T_{12} + T_{f1}$$

[0132] Como ejemplo específico de los períodos de tiempo, por ejemplo, se supone que T_{11} (20 ms) = T_s (70 ms) - T_{12} (60 ms) + T_{f1} (10 ms).

[0133] Los medios de liberación forzada del control también tienen un período de retardo T_{22} (de t_2 a t_{32} : período de retardo desde la salida de la señal de liberación del control hasta la desaparición de la fuerza de impulsión causada por el período de tiempo de accionamiento del relé de control 33 o del contactor electromagnético 22, o un

tiempo de retardo en el accionamiento del circuito) desde la emisión de la señal de liberación del control (Sbc y/o Scc) hasta la desaparición de la fuerza de impulsión del servomotor 10.

[0134] Por lo tanto, el valor configurado para la temporización de liberación del control T21 (y/o T21-1; en adelante, T21 se utilizará de forma representativa para la descripción) se fija como en el caso de la temporización de inicio del accionamiento real del freno mecánico 15.

[0135] Concretamente, el valor de temporización de salida configurado T21 correspondiente a la señal de liberación del control (Sbc y/o Scc) se configura de forma que la fuerza de impulsión del servomotor 10 desaparece realmente de forma sincronizada con el instante de parada programado t3 conforme a las CRVs de parada inmediata del movimiento. Más concretamente, el valor configurado T21 se fija de forma que el instante de parada programado t3 conforme a las CRVs de parada inmediata del movimiento y el tiempo de desaparición de una fuerza de impulsión t32 coinciden sustancialmente entre sí. No obstante, el instante t3 y el instante t32 no tiene por qué coincidir perfectamente entre sí, como se describe seguidamente.

[0136] Por este motivo, en la figura 7 se proporciona un período de tiempo de ajuste de la temporización Tf2 (por ejemplo, 20 ms). Por tanto, el valor de temporización configurado T21 para la salida de la señal de liberación de control (Sbc y/o Scc) se obtiene mediante:

$$T21 = T_s - T22 + Tf2$$

[0137] Como ejemplo específico de los períodos de tiempo, por ejemplo, se supondrán, por ejemplo, T21 (60 ms)=Ts (70 ms)-T22 (30 ms)+Tf2 (20 ms).

[0138] Aunque los períodos de ajuste de la temporización Tf1 y Tf2 se facilitan en el cuadro de tiempos que se muestra en la figura 7, resulta deseable, en condiciones ideales, que el instante de parada programado t3, el instante de inicio de la frenada t31, y el instante de desaparición de la fuerza de impulsión t32 coincidan entre ellos.

[0139] Para un funcionamiento práctico, sin embargo, el inicio real de accionamiento del freno o de la parada del motor no siempre se realiza en la forma programada, debido, por ejemplo, a los efectos de perturbaciones, como una fluctuación en el voltaje de alimentación. Además, el exigir una precisión estricta a cada operación de ajuste de la temporización realizada por el operador no resulta práctico en vista de la eficacia de la operación. Por las razones anteriormente explicadas, los períodos de tiempo de ajuste de temporización Tf1 y Tf2 se facilitan para absorber una variación provocada por los efectos de la perturbación, a fin de que la eficiencia de la operación resulte práctica. No obstante, si los períodos de tiempo de ajuste de la temporización Tf1 y Tf2 se configuran demasiado prolongados, el período máximo de tiempo de parada inmediata Tm pasa también a ser más largo, aunque ligeramente. Por lo tanto, resulta deseable fijar los períodos de tiempo de ajuste de la temporización Tf1 y Tf2 teniendo en cuenta el carácter práctico de los efectos de la perturbación, la eficiencia del funcionamiento y similares, y la distancia de seguridad para la instalación del dispositivo de detección de intrusiones 2, en función de la comparación entre ellas.

[0140] Por otra parte, el tiempo de inicio de la frenada t31 puede configurarse de forma que el freno inicie la frenada un instante antes del instante de parada programado t3 sin proporcionar el período de tiempo de ajuste (de forma que el período de tiempo de ajuste de temporización Tf1 se fije en un valor negativo). Incluso poco después del instante de parada programado t3, la desaceleración es suficiente si el control del servomotor 10 se lleva a cabo con normalidad. Por lo tanto, basta con realizar solamente un ligero frenado del servomotor 10, que está a punto de detenerse y está girando a baja velocidad, con un par pequeño. Además, la descarga del aire es insuficiente, y la presión ejercida sobre los discos de fricción es pequeña al inicio de la frenada del freno mecánico 15, por lo que los discos de fricción se desgastan muy poco. Más bien, al fijar el instante de inicio de la frenada t31 poco antes del instante de parada programado t3 como se ha descrito anteriormente, puede esperarse que los discos de fricción se mantengan limpios constantemente, debido a la generación de un reducido movimiento deslizante entre los discos de fricción, incluso durante el funcionamiento normal.

[0141] Como se ha descrito anteriormente, también es posible un estado alternativo en el que los períodos de tiempo de ajuste de temporización Tf1 y Tf2 se configuren con valores negativos, y los períodos de tiempo de ajuste de temporización Tf1 y Tf2 pueden llegar a ser, por ejemplo, de en torno al 0,20% del período máximo de tiempo de parada inmediata Tm. No obstante, si el tiempo de desaparición de la fuerza de impulsión t32 se configura con anterioridad al instante de inicio de la frenada t31 (Tf1>Tf2), la fuerza de impulsión del servomotor 10 desaparece antes de que el freno mecánico 15 llegue a iniciar la frenada. Por lo tanto, se genera un período de tiempo durante el cual el eje de rotación del servomotor 10 gira libre. Por ello, se corre el riesgo de que la corredera 9 se caiga por efecto de su propio peso. Por lo tanto, resulta deseable fijar adecuadamente los períodos de tiempo de ajuste de temporización Tf1 y Tf2 tras los ensayos.

[0142] La libertad del eje de rotación tan sólo está permitida durante un período de tiempo extremadamente breve que no haga que la corredera 9 se caiga por efecto de su propio peso. Concretamente, el período de tiempo admisible está situado en torno a un máximo de 10 ms para una prensa de pequeñas dimensiones y de hasta 30 ms para una prensa de gran tamaño.

[0143] Como se ha descrito anteriormente, resulta deseable que el momento en el cual se inicia el accionamiento real del freno mecánico 15 (inicio de la frenada) y el momento en el cual el control de parada de la rotación se libera de forma forzosa coincidan con el instante de parada programado t3. Sin embargo, en la práctica, los tiempos mencionados anteriormente pueden estar en torno al instante de parada programado t3. Dicha configuración está incluida en esta realización.

[0144] En esta realización, el período de tiempo de ajuste de temporización Tf1 se fija en 10 ms, mientras que el período de tiempo de ajuste de temporización Tf2 se fija en 20 ms, como se muestra en las figuras 7 y 8. Por tanto,

en el caso de que no se produzcan anomalías en el control del servomotor 10, el freno mecánico 15 inicia realmente la frenada 10 ms después del instante de parada programado t_3 , en cuyo momento el servomotor 10 se detiene con normalidad. Posteriormente, 10 ms después de que el freno mecánico 15 inicie la frenada, se libera de forma forzada el control de la parada de la rotación.

5 **[0145]** Por lo tanto, en el caso de la configuración descrita más arriba, el período máximo de tiempo de parada inmediata T_m se incrementa por el período de ajuste de temporización. No obstante, el movimiento deslizante de los discos de fricción del freno mecánico 15 no se produce en absoluto. Además, el control de impulsión del servomotor 10 se detiene cuando el freno mecánico 15 frena realmente el servomotor 10, y por ello no se produce el estado de rotación libre. De este modo, pueden ejercitarse el comando de control de parada inmediata del servomotor 10, y por tanto, de la servo-prensa eléctrica 1 garantizando que se impide que se produzca una rotación inesperada del servomotor 10, al tiempo que se reduce al mínimo el desgaste de los discos de fricción del freno mecánico 15.

10 **[0146]** En general, la prensa no funciona en todo momento a la velocidad máxima. La velocidad a lo largo de una operación de fabricación se determina adecuadamente en función de las condiciones de procesamiento y del dispositivo de transporte.

15 **[0147]** La figura 7 muestra la parada inmediata que se efectúa durante el funcionamiento a la máxima velocidad, mientras que la figura 8 muestra una condición de parada durante el funcionamiento a velocidad media V_i .

20 **[0148]** Al recibir la señal de parada inmediata, el servo controlador 28 calcula y genera el movimiento de parada inmediata en función de la velocidad de funcionamiento en ese momento. Un movimiento de parada inmediata CRVs-1, como el que se muestra en la figura 8, se calcula de forma que la rotación se detenga a la misma tasa de aceleración que la del movimiento de parada inmediata CRVs para la rotación a la máxima velocidad V_{max} .

25 **[0149]** Por otra parte, un movimiento de parada inmediata CRVs-2 se calcula de forma que la rotación se detenga en el mismo instante en el que se detiene la rotación con el movimiento de parada inmediata CRVs.

30 **[0150]** Como se ha descrito anteriormente, al igual que el movimiento de parada inmediata a velocidad media, puede utilizarse cualquiera de los movimientos o un movimiento entre ellos, siempre que la rotación pueda detenerse dentro del período correspondiente al instante de parada programado T_s . En esta realización se describe el caso en el que se utiliza el movimiento CRVs-1 con la misma tasa de aceleración.

35 **[0151]** En una prensa mecánica convencional, cuando se determina la velocidad de la prensa (spm: golpes por minuto), se determina la velocidad de la corredera (o cigüeñal) de la prensa. Por otro lado, la servo-prensa eléctrica puede fijar diversos movimientos adecuados para diversos tipos de moldeo y realizar la operación de los mismos. Por ejemplo, durante un golpe de la corredera, suele utilizarse un tipo de movimiento, en el que la corredera se desplaza hacia abajo a alta velocidad para alcanzar el área de procesamiento, realiza el moldeo subsiguiente con la velocidad cambiada a baja, y se desplaza hacia arriba a la velocidad alta una vez finalizado el moldeo, para regresar a un punto preestablecido. Dicho movimiento permite el moldeo a baja velocidad para mantener la precisión del producto conforme a un nivel determinado en los casos en los que el moldeo resulta relativamente difícil, mejorando de este modo la productividad al mismo tiempo.

40 **[0152]** Por otra parte, el movimiento descrito anteriormente puede utilizarse con facilidad en la servo-prensa eléctrica, y por tanto, la posibilidad de utilizar el movimiento también resulta elevada. Por tanto, es necesario asumir el caso en el que se calcula y se genera la parada inmediata del movimiento a partir de la velocidad del servomotor en el instante en el que se genera la señal de comando de parada inmediata.

45 **[0153]** De este modo, el método anteriormente indicado se utiliza incluso en esta realización. No obstante, en el caso de que sólo vayan a configurarse los movimientos con cambios de velocidad relativamente pequeños, también es posible calcular y generar la parada inmediata del movimiento a partir de la velocidad de la prensa (spm), como en el caso de las prensas mecánicas convencionales.

50 **[0154]** Cuando se utiliza la parada inmediata del movimiento CRVs-1 en el caso de la rotación a velocidad media V_i , el instante de parada programado real es más reducido que a la velocidad máxima. Por lo tanto, también es posible realizar un cálculo automático para reducir proporcionalmente cada uno de los valores T_{11} y T_{12} . De este modo, el instante de inicio de frenada t_{31} y el instante de desaparición de la fuerza de impulsión t_{32} pueden adelantarse para reducir el período máximo de tiempo de parada inmediata T_m . No obstante, la posición de instalación del dispositivo de detección de intrusiones 62 no cambia normalmente en función de la velocidad de funcionamiento. Por tanto, en esta realización, el instante de inicio de la frenada t_{31} y el instante de desaparición de la fuerza de impulsión t_{32} son fijos, como se muestra en la figura 8.

55 **[0155]** La descripción detallada se facilita conforme al cronograma de la figura 8.

60 **[0156]** Los medios de control de la frenada incluyen la unidad de control de la prensa 50 y los controles del freno mecánico 15 para iniciar realmente la frenada cuando finaliza una temporización de la operación de frenada preestablecida T_1 , es decir, en el instante t_{31} .

65 **[0157]** Los medios de liberación forzosa del control están configurados de forma que incluyan la unidad de control de la prensa 50 y el circuito de servo variador 20 (también pueden incluir el contactor electromagnético 22), y liberan forzosamente el control de parada de la rotación al término de un intervalo preestablecido de temporización de liberación del control T_2 , es decir, en el momento t_{32} .

[0158] Como resultado de todo ello, independientemente de que el control de la parada de la rotación esté o no basado en que haya finalizado la señal de comando de parada inmediata S_{kt} en el instante t_3 mostrado en la figura 8, el freno mecánico 15 realiza en todo caso la operación de parada en el momento t_{31} . Además, en el instante t_{32} , el comando de control de parada de la rotación del servomotor 10 se libera forzosamente.

[0159] Como se ha descrito anteriormente, cuando el dispositivo de detección de intrusiones 62 se acciona para generar la señal de comando de parada inmediata S_{kt} , la rotación del servomotor se detiene dentro del período de

instante de parada programado T_s en el caso de que el servomotor 10 y el circuito del servo variador 20 operen con normalidad. Los circuitos del servomotor y del servo variador operan con normalidad en la mayoría de los casos, y por ello el freno mecánico 15, que empieza a frenar después (o inmediatamente antes) del instante de parada programado t_3 , es accionado con posterioridad a la parada de la rotación del servomotor. Por lo tanto, el desgaste de los discos de fricción se produce en raras ocasiones. Asimismo, el freno mecánico 15 puede funcionar como un freno de mantenimiento de la parada en el instante t_{32} en el que la fuerza de impulsión aplicada al servomotor 10 desaparece, y posteriormente a partir de dicho momento.

[0160] En el caso de un funcionamiento normal, ello supone una seguridad, ya que la rotación puede detenerse en un período de tiempo considerablemente menor que en el caso del período máximo de tiempo de parada inmediata T_m .

[0161] Por otra parte, si el servomotor 10 no puede detenerse en el instante de parada programado t_3 debido a la puesta en marcha imprevista del mismo, el freno mecánico 15 comienza a frenar en el instante de inicio de la frenada t_{31} . En el instante de desaparición de la impulsión t_{32} , la fuerza de impulsión aplicada al servomotor 10 desaparece. Por lo tanto, el servomotor 10 puede detener con fiabilidad el servo motor 10 con la fuerza de frenado definida del freno mecánico 15 de acuerdo con la curva de desaceleración de frenada CRV-b que se muestra en la figura 8 dentro de un período de tiempo de detención de frenada T_b (por ejemplo, 70 ms).

[0162] Por lo tanto, aun en el caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista del servomotor 10, se garantiza la parada fiable del servomotor 10 dentro del tiempo máximo de parada inmediata T_m , con lo que se garantiza la seguridad. Además, la puesta en marcha imprevista del servomotor 10 no suele producirse con frecuencia, y por ello el freno mecánico 15 no se desgasta tanto. De este modo, no se requiere un dispositivo de frenado de alta resistencia, costoso y de gran capacidad, lo que supone una ventaja desde el punto de vista económico.

[0163] Si se efectúa una comparación entre los casos en los que el servomotor 10 opera con normalidad y los casos en los que se producen anomalías/fallos (la puesta en marcha imprevista) del mismo relacionados con el control de parada inmediata, el número de casos en los que el servomotor 10 opera normalmente es abrumadoramente superior en términos de probabilidad, como se ha descrito anteriormente. Además, cuando la velocidad de la prensa (rotación del motor) con anterioridad al comando de control de parada inmediata es inferior a la velocidad máxima V_{max} como se ha descrito anteriormente y el servomotor opera normalmente, sin que se produzcan anomalías en los componentes, el servomotor 10 puede detenerse por completo dentro de un período de tiempo inferior al período de tiempo T_1 (por ejemplo, 70 ms) que se ha predeterminado para la parada completa del servomotor 10 que gira a la máxima velocidad. Incluso gracias a ello, de acuerdo con el comando de control de parada inmediata de esta realización, puede prolongarse la vida útil del freno mecánico 15.

[0164] El control de la parada de la rotación (control de parada inmediata) conforme a esta realización acentúa la importancia del funcionamiento real de la prensa (caso primario). En el control de parada inmediata, en el caso en que el servomotor 10 opere con normalidad, el servomotor 10 puede detenerse de forma fiable en un período de tiempo breve, al tiempo que se reduce al mínimo el desgaste de los discos de fricción del freno mecánico 15. En el caso de que se de una puesta en marcha imprevista del motor (caso secundario), con muy pocas probabilidades de que suceda, el control de la parada de la rotación del servomotor 10 se libera de forma forzada (también puede interrumpirse el suministro de la fuente de alimentación de impulsión) en el instante de parada programado, mientras que el servomotor 10 se ve frenado por el freno mecánico 15. De este modo, aun en el caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista del servomotor 10, puede garantizarse la parada de la rotación del servomotor 10 dentro del período máximo de tiempo de parada. Como resultado de ello, el control de parada de la rotación está diseñado para garantizar la seguridad física de las personas.

[0165] A continuación se describirá un método de utilización de la prensa, así como cada operación, haciendo principalmente referencia a las figuras 7 y 8.

[0166] La figura 7 muestra la temporización del funcionamiento de la parada inmediata cuando la prensa está funcionando a la velocidad máxima V_{max} . La figura 8 también muestra el mismo caso a velocidad media V_i (alrededor de $2/3$ de la velocidad máxima V_{max}).

[Con anterioridad al instante t_0]

[0167] La señal de servo control S_{cnt} se transmite como una señal de funcionamiento normal (señal de funcionamiento de la prensa) desde la unidad de control de la prensa 50 al circuito del servo variador 20. El servomotor 10 está controlado para que gire a una velocidad predeterminada (V) de acuerdo con el movimiento seleccionado correspondiente a la señal de servo control S_{cnt} . En este momento, la corredera 9 se desplaza hacia arriba y hacia abajo para realizar el trabajo de prensa.

[0168] En este momento, el motor gira a diversas velocidades, en función de las necesidades, como la velocidad máxima V_{max} que favorece la productividad (figura 7) o la velocidad media (por ejemplo, $2/3 \times V_{max}$) en el caso, por ejemplo, de tratamientos especiales (por ejemplo, dibujos en profundidad) (figura 8).

[En el instante T_0]

[0169] En el instante t_0 , al generarse la señal de parada de emergencia S_{em} por el accionamiento del pulsador de parada de emergencia 61 que se muestra en la figura 1 o al generarse una señal de detección de intrusiones S_{in} en el dispositivo de detección de intrusiones 62, se genera inmediatamente la señal de comando de parada inmediata

Skt a través de los medios de generación de señales 41. A continuación, la unidad de control de la prensa 50 envía la señal de parada inmediata Ssc (desde H a L) al servo controlador 28.

[0170] Al recibir la señal de parada inmediata Ssc (desde el nivel H al nivel L) procedente de la unidad de control de la prensa 50, el servo controlador 28 genera mediante conversión el movimiento de parada inmediata (CRVs para Vmax como se muestra en la figura 7 y CRVs-1 para Vi como se muestra en la figura 8) para permitir que la rotación se desacelere rápidamente hasta pararse, partiendo de la velocidad de funcionamiento del servomotor 10 hasta ese momento (la velocidad máxima Vmax wen en el caso de la figura 7 y la velocidad media Vi en el caso de la figura 8) en función de la parada inmediata de referencia del movimiento. Simultáneamente, el movimiento a lo largo de la operación se cambia a parada inmediata del movimiento. La señal de movimiento Sm de acuerdo con la parada inmediata del movimiento se transmite al servo actuador 21 para que ejecute el control de parada de la rotación a fin de detener rápidamente el servomotor 10.

[0171] El movimiento de parada inmediata generado por el servo controlador 28 es un valor de comando para el servomotor 10. El servomotor 10 está controlado de forma que siga el movimiento de parada inmediata. Se genera una diferencia entre el movimiento, conforme al cual el servomotor 10 se somete al control de parada de la rotación para operar realmente, y el valor del comando. Por lo tanto, el movimiento real difiere del valor del comando en un sentido estricto. No obstante, en la realidad la diferencia es pequeña. Por lo tanto, ambos movimientos se tratan similarmente como un movimiento de parada inmediata (CRVs para Vmax como se muestra en la figura 7 y CRVs-1 para Vi como se muestra en la figura 8). Específicamente, los movimientos de parada inmediata CRVs y CRVs-1 constituyen los movimientos de parada inmediata de acuerdo con los valores del comando y los movimientos de parada inmediata de acuerdo con los cuales el servomotor 10 se desacelera realmente hasta su parada.

[0172] Más específicamente, el servo actuador 21 genera y emite la señal de control Sc de acuerdo con la señal de movimiento Sm procedente del servo controlador 28. Cada uno de los elementos de control 23 genera la señal de actuación Sd correspondiente al polo magnético del motor, con destino al circuito del actuador 24. Como resultado de ello, se generan las corrientes de impulsión del motor I (Iu, Iv, y Iw) a fin de desacelerar rápidamente y detener el servomotor 10.

[0173] Cuando el sistema de control y el servomotor 10 operan con normalidad, la rotación del servomotor se detiene en el instante de parada programado t3 en el caso de la rotación a la velocidad máxima Vmax (figura 7) y se detiene antes del instante de parada programado t3 en el caso de la rotación a la velocidad media Vi (figura 8).

[0174] Al mismo tiempo que se genera la señal de comando de parada inmediata Skt en el instante t0, los medios de conteo de la temporización de accionamiento del freno 45 comienzan a contar el tiempo transcurrido. Al mismo tiempo, los medios de conteo de temporización de liberación del control 43 también comienzan a contar el tiempo transcurrido.

[En el instante t1]

[0175] En el instante de generación de la señal de accionamiento del freno t1, el valor de conteo de los medios de conteo de la temporización de accionamiento del freno 45 alcanza el valor predeterminado de temporización de inicio del accionamiento del freno T11. De este modo, los medios de conteo de la temporización de accionamiento del freno 45 generan la señal de accionamiento del freno mecánico Sslc (desde el nivel H al nivel L) a la válvula electromagnética 17 a través de los medios lógicos de procesamiento 46.

[0176] La válvula electromagnética 17 es accionada por la señal de accionamiento del freno Sslc. Tras un tiempo predeterminado con posterioridad al inicio de la operación, el aire que contiene el dispositivo cilíndrico 16 del freno mecánico 15 se descarga. Junto con la descarga de aire, el disco de fricción del freno mecánico 15 comienza a moverse (recorrido de la frenada).

[0177] Concretamente, el comando se emite previamente en el instante t1 de forma que el freno mecánico 15 comience realmente a frenar en el instante t31. El comando previamente emitido se ejecuta sin determinar ni controlar si se está produciendo o no la puesta en marcha imprevista del servomotor 10, y por ello, la temporización de la operación de frenado no resulta demorada.

[0178] En las figuras 7 y 8, un "presión en el interior del cilindro" muestra una reducción en la presión del aire del dispositivo cilíndrico 16, y un "recorrido del freno" ilustra el movimiento del disco de fricción del freno mecánico 15.

[En el instante t2]

[0179] En el momento de generación de la señal de liberación del control t2, el valor de recuento de los medios de conteo de temporización de liberación del control 43 alcanza el valor preestablecido de temporización de liberación del control T21. Por ello, los medios de conteo de temporización de liberación del control 43 generan la señal de liberación del control (desde el nivel H al nivel L) como la señal de interrupción del impulso base Sbc dirigida al servo actuador 21 a través de los medios lógicos de procesamiento 44. La liberación forzada del control para la señal de interrupción del contactor electromagnético Scc se realiza de la misma forma, por lo que se omite su descripción.

[0180] Al recibir la señal de interrupción del impulso base Sbc (desde el nivel H al nivel L), el servo actuador 21 causa la desaparición de las corrientes de impulsión Iu, Iv, y Iw del servomotor 10 tras el período de tiempo de accionamiento del relé de control 33 y del período de tiempo de retardo de los otros circuitos.

[En el instante t3]

ES 2 541 916 T3

(En caso de funcionamiento normal)

5 **[0181]** Los medios de control de parada inmediata (50 y 20) operan atenuando la rotación del servomotor 10 de acuerdo con las CRVs del movimiento de parada inmediata en el caso de la rotación a la máxima velocidad (V_{max}) que se muestra en la figura 7 de forma que la velocidad pasa a ser cero (se detiene la rotación) al llegar al instante de parada programado t_3 una vez transcurrido el período programado de tiempo de control T_s (por ejemplo, 70 ms).

10 **[0182]** En el caso de la rotación a la velocidad media mostrada en la figura 8, los medios de control de parada inmediata operan atenuando la rotación del servomotor 10 de acuerdo con las CRVs-1 o CRVs-2 del movimiento de parada inmediata, de forma que la velocidad pase a ser cero (la rotación se detiene) dentro del período programado de tiempo de control T_s . En cualquiera de los casos, el servomotor 10 se detiene en el instante de parada programado t_3 .

(en el caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista del motor)

15 **[0183]** Cuando el servomotor 10 continúa girando (se ha producido una puesta en marcha imprevista) a la máxima velocidad (o a una velocidad inferior a la máxima velocidad) debido a alguna razón (por ejemplo, la aparición de una anomalía en la señal S11 que va a realimentarse desde el codificador 11 al servo actuador 21) aunque el cambio al control de parada inmediata de la rotación se lleva a cabo en el instante t_0 , el servomotor 10 sigue girando después de que haya transcurrido el período programado de tiempo de control T_s .

20 **[0184]** Se utiliza un motor de tipo síncrono (Servomotor AC) como servomotor 10 en esta realización, y por ello no se genera fuerza de impulsión a menos que se introduzca la señal de impulso de rotación S_d correspondiente al polo magnético (imán permanente) del rotor. De este modo, es poco probable que la señal de impulsión para una velocidad igual o superior a la velocidad máxima V_{max} se genere naturalmente como la señal correspondiente al polo magnético del rotor, y por ello es difícil suponer que la rotación del rotor supere la velocidad máxima V_{max} incluso cuando se produzca la puesta en marcha imprevista del servomotor 10.

25 **[0185]** Concretamente, cuando el servomotor 10 gira a la velocidad máxima mostrada en la figura 7 o a la velocidad media mostrada en la figura 8, la velocidad del servomotor 10 en el instante de parada programado t_3 en el caso de que se haya producido una puesta en marcha imprevista del servomotor 10 se encuentra dentro del rango de 0 a V_{max} . Se cree que la velocidad de rotación más alta es V_{max} .

30 [En el instante t_{31}]

35 **[0186]** La válvula electromagnética 17 se acciona en respuesta a la señal de accionamiento del freno mecánico S_{slc} para iniciar el accionamiento del freno mecánico 15. En el instante de inicio de la frenada t_{31} que corresponde a un instante posterior al paso del período de tiempo de ajuste T_{f1} (por ejemplo, 10 ms) desde el instante de parada programado t_3 , el disco de fricción lateral móvil se desplaza hasta entrar en contacto con el disco de fricción lateral fijo indicado por el "recorrido de la frenada" que se muestra en las figuras 7 y 8, iniciando de este modo la frenada. Concretamente, el freno mecánico 15 comienza realmente a frenar en el instante t_{31} .

40 [En el instante t_{32}]

45 **[0187]** En respuesta a la señal de interrupción del impulso base S_{bc} (desde el nivel H al nivel L), se hace que las corrientes de impulsión I_u , I_v , y I_w del servomotor desaparezcan tras el período de tiempo de accionamiento del relé de control 33 y del período de tiempo de retardo de los otros circuitos. Como resultado de ello, en el instante t_{32} , es decir, una vez transcurrido el período de tiempo de ajuste T_{f2} (por ejemplo, 20 ms) desde el instante de parada programado t_3 , se hace que un campo magnético del servomotor 10 desaparezca para que desaparezca la fuerza de impulsión.

(en el caso del funcionamiento normal)

50 **[0188]** En el caso de un funcionamiento normal, el control de parada de la rotación finaliza dentro del período de instante de parada programado T_s . La rotación del servomotor 10 se detiene, y el movimiento ascendente y descendente de la corredera 9 queda detenido. El servomotor 10 opera con normalidad en la mayoría de los casos, en términos de probabilidad, y por tanto, el freno mecánico 15 se limita a mantener el estado de parada del servomotor. Concretamente, el desgaste de los discos de fricción del freno mecánico 15 se produce en muy pocas ocasiones. Asimismo, el control de parada inmediata del servomotor 10 se libera de forma forzada haciendo que desaparezcan las corrientes de impulsión suministradas al servomotor 10, por lo que el servomotor 10 no genera la fuerza de impulsión aun cuando se produzca una anomalía en el servo controlador 28 o en el servo actuador 21, independientemente del tipo de anomalía. Como resultado de ello, el freno mecánico 15 mantiene el estado de parada. Concretamente, en este estado, puede insertarse la mano con total seguridad en la zona peligrosa (área de trabajo).

(En caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista del motor)

[0189] Cuando se produce la puesta en marcha imprevista del servomotor 10 a consecuencia de una anomalía, el servomotor 10 sigue girando para operar la corredera 9 incluso durante el instante de parada programado t3. En el peor de los casos, se corre el riesgo de que el servomotor 10 gire a la velocidad máxima de rotación Vmax.

[0190] En este caso, el freno mecánico 15 comienza a frenar en el momento del inicio de la frenada t31, como puede verse en las figuras 7 y 8 de esta realización. Posteriormente, se descarga el aire que se encuentra en el dispositivo cilíndrico 16 del freno mecánico 15. Los discos de fricción se presionan entre sí con toda la fuerza de retorno del resorte (totalidad de la fuerza de retorno del resorte), con lo cual el servomotor 10 queda frenado con la máxima capacidad del freno mecánico 15.

[0191] En paralelo con la operación anteriormente mencionada, la fuerza de impulsión del servomotor 10 desaparece en el instante de desaparición de la fuerza de impulsión t32. Por tanto, con posterioridad no existe ninguna fuerza de impulsión aun cuando el servomotor 10 pase al estado de puesta en marcha imprevista. Por ello, el servomotor 10 se desacelera hasta detenerse con la máxima capacidad del freno mecánico 15. En el caso de la frenada realizada por el freno mecánico 15 en el servomotor cuando este gira a la máxima velocidad Vmax, el servomotor 10 se desacelera de acuerdo con la curva de desaceleración de frenada CRVs que se muestra en la figura 7, hasta que queda detenido dentro del período de tiempo de parada mediante el freno Tb (por ejemplo, 70 ms).

[0192] Así pues, en esta realización, se entiende que el freno mecánico 15 no precisa ejercer una fuerza de frenado superior a la fuerza de impulsión del servomotor 10 y basta con que el freno mecánico tenga una fuerza de frenado que detenga el accionamiento a causa de la inercia.

[0193] La puesta en marcha imprevista tiene lugar en algunos casos a la máxima velocidad Vmax, y por ello es inevitable que en este caso se desgasten los discos de fricción. No obstante, la frecuencia a la que pueda tener lugar una puesta en marcha imprevista a la máxima velocidad Vmax es enormemente baja. Además, teniendo en cuenta la prevención de daños en el dispositivo y la protección física humana que se considera como una prioridad, un grado de carga tan reducido se considera aceptable. En comparación con el caso en el que la potencia del motor se ve constantemente interrumpida de forma forzosa para situar el motor en el estado de rotación libre al generarse el comando de parada inmediata y el servomotor se detiene en este estado tan sólo por efecto de una operación de frenado forzosa realizada por el freno mecánico (los discos de fricción del freno realizan constantemente una operación a plena capacidad para frenar en este caso, por lo que se reduce la vida útil de los discos de fricción), se consiguen ventajas económicas, un menor tiempo de mantenimiento y una mayor eficacia de producción.

(En el caso de la velocidad media)

[0194] En el caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista del servomotor 10, la velocidad en el instante de inicio de la frenada t31 o del instante de desaparición de la fuerza de impulsión t32 se encuentra dentro del rango de 0 a Vmax descrito anteriormente. No obstante, no puede definirse la velocidad en los instantes anteriormente mencionados.

[0195] La Curva de desaceleración CRVs-1 cuando la velocidad de rotación sigue siendo la velocidad media Vi en los instantes mencionados anteriormente se muestra en la figura 8. Concretamente, cuando el servomotor 10 se ve frenado por el freno mecánico 15, cuando la velocidad de rotación sigue siendo la velocidad media Vi, el servomotor 10 se desacelera hasta detenerse de acuerdo con la curva CRVs-1. En este caso, el servomotor se detiene en un período de tiempo más breve, en comparación con el tiempo de frenado hasta la parada Tb cuando el servomotor gira a la velocidad máxima Vmax, y por tanto, se aporta una mayor seguridad.

[0196] Dicho de otro modo, el servomotor 10 puede detenerse dentro del tiempo máximo de parada inmediata Tm en cualquier circunstancia en esta realización, por lo que puede conseguirse una servo-prensa eléctrica segura.

[En el instante t4]

[0197] Como se ha descrito anteriormente, el servomotor 10 (concretamente, la corredera 9 de la servo-prensa eléctrica 1) se detiene de forma segura en el instante t4 bajo cualquier circunstancia en esta realización. Un período de tiempo transcurrido desde el instante t0 hasta el instante t4 corresponde al tiempo máximo de parada inmediata Tm. El servomotor 10 puede detenerse con seguridad dentro del tiempo máximo de parada inmediata Tm. Por ejemplo, como ejemplo específico del tiempo máximo de parada inmediata en esta realización, puede asumirse el siguiente ejemplo:

$$\text{Período máximo de parada inmediata } T_m (160 \text{ ms}) = T_s (70 \text{ ms}) + T_{f2} (20 \text{ ms}) + T_b (70 \text{ ms})$$

[0198] El tiempo máximo de parada inmediata Tm es el período de tiempo de parada más prolongado, por lo que se consigue obtener la distancia de seguridad (distancia desde la zona de peligro hasta la posición de barrido del dispositivo de detección de intrusiones 62) en esta realización utilizando valores numéricos específicos (un ejemplo) (de acuerdo con la American National Standards).

$$\text{Distancia de seguridad } D_s (0,288) = 1,6 (T_m(0,16) + T_r(0,02) + T_{bm}(0)) + D_{pf}(0)$$

K=1.6 m/s (velocidad de la mano);

Tm: período máximo de tiempo de parada (por ejemplo, 0,16 s);

Tr: período de tiempo de respuesta del dispositivo de detección de intrusiones (por ejemplo, 0,02 s);

Dpf: una distancia añadida en función del rendimiento del dispositivo de detección de intrusiones (por ejemplo, 0 s).

[0199] En este caso, la distancia de seguridad es de 0,288 m, y la posición de barrido por rayos del dispositivo de detección de intrusiones 62 debe situarse en una posición situada a 288 mm antes del área de peligro (zona de trabajo). Esta distancia de seguridad es casi idéntica a la de las prensas mecánicas convencionales. Por lo tanto, de acuerdo con esta realización, la facilidad de operación y la productividad pueden mejorarse, garantizando al mismo tiempo un grado de seguridad del operador idéntico o similar al de las prensas mecánicas, incluso con la servo-prensa eléctrica.

[0200] Como se ha descrito anteriormente, en esta realización se utiliza el freno mecánico de descarga de aire y retención por resorte 15.

[0201] Este tipo utiliza la presión del aire para descargar el aire, por lo que puede utilizarse un fuerte resorte para presionar los discos de fricción entre sí. De este modo, la estructura resulta adecuada para los frenos que requieren un elevado par de frenado. Además, con la combinación del uso de un elevado número de resortes y el método de descarga del aire utilizando la válvula de doble solenoide, puede facilitarse el tipo mencionado anteriormente con una elevada fiabilidad y certidumbre.

[0202] Además, el tipo mencionado anteriormente se utiliza en muchas prensas mecánicas convencionales, y resulta fiable en términos de fiabilidad, calidad del producto o similares, y tiene una elevada disponibilidad.

[0203] Desde los puntos de vista anteriormente descritos, el tipo mencionado anteriormente se utiliza incluso en la servo-prensa eléctrica conforme a esta realización.

[0204] No obstante, el tipo de freno mencionado anteriormente tiene un período de retardo relativamente prolongado hasta el inicio de la frenada, en comparación con un freno electromagnético que utilice una fuerza electromagnética para realizar la frenada, ya que se requieren el período de tiempo de accionamiento de la válvula electromagnética, el período de tiempo de descarga del aire en el dispositivo cilíndrico, y similares. Concretamente, como se muestra en la figura 7, en el caso del freno mecánico 15 utilizado en esta realización, el período de tiempo de retardo para el accionamiento del freno mecánico es, por ejemplo, de 60 ms.

[0205] Un tiempo máximo de parada inmediata Tm-m en la prensa mecánica convencional provista de un freno con un rendimiento similar al del freno mecánico 15 es el siguiente:

$$T_{m-m} (130 \text{ ms}) = \text{Período de tiempo de retardo de accionamiento } T_{12} (60 \text{ ms}) + \text{Período de tiempo de frenado } T_b (70 \text{ ms})$$

[0206] El tiempo máximo de parada inmediata Tm de la servo-prensa eléctrica 1 en esta realización es de 160 ms, como se ha descrito anteriormente, por lo que el tiempo máximo de parada inmediata se incrementa en 30 ms en comparación con las prensas mecánicas convencionales.

[0207] No obstante, el tiempo máximo de parada inmediata de la servo-prensa eléctrica 1 corresponde a un período de tiempo de parada cuando se acciona el freno mecánico 15 para detener la rotación del servomotor 10 en el caso de que la rotación del servomotor 10 no pueda ser detenida por el control de parada de la rotación. Incluso en ese caso, el incremento del tiempo máximo de parada inmediata es tan sólo de 30 ms. Asimismo, si los períodos de tiempo de ajuste de temporización Tf1 y Tf2 se fijan próximos a cero, el tiempo máximo de parada inmediata de la servo-prensa eléctrica 1 de acuerdo con esta realización se reduce en otros 20 ms para ser igual a 140 ms. De este modo, puede conseguirse un rendimiento de la parada inmediata casi idéntico al de la prensa mecánica convencional.

[0208] Desde otro punto de vista, en esta realización, el control de parada de la rotación del servomotor 10 se lleva a cabo dentro del período de tiempo innecesario (período de tiempo de retardo de actuación) en términos de las características de funcionamiento del freno mecánico utilizado convencionalmente. El freno mecánico 15 es accionado de forma que el tiempo transcurrido tras el período de tiempo innecesario y el tiempo de parada de la rotación del servomotor 10, que se ha programado teniendo en cuenta las características del comando de control de parada de la rotación del servomotor 10, coincidan sustancialmente entre sí, al tiempo que se efectúan el control de parada de la rotación del servomotor 10 y la interrupción de la fuente de alimentación de impulsión rotativa. De este modo, aun cuando se produzca la puesta en marcha imprevista del servomotor 10, el servomotor 10 podrá detenerse con seguridad.

[0209] Por ejemplo, en el caso de que se accione el freno después de supervisar el estado de desaceleración con posterioridad a la transmisión del comando de parada de desaceleración y se detecte el fallo en la desaceleración normal, como se describe en el Documento de Patente N° 5, el accionamiento del freno se demorará durante el período de tiempo innecesario, en el caso de que se encuentre presente el período de tiempo innecesario. Por lo tanto, el freno mecánico puede no accionarse en el momento óptimo. Asimismo, en el caso de que se pretenda reducir el tiempo máximo de parada inmediata a un valor tan reducido como el de la presente invención utilizando el método que se describe en el Documento de Patente N° 5, será necesario que el frenado se lleve a cabo con anterioridad. Por lo tanto, es inevitable el uso de un freno mecánico de gran capacidad con una fuerza de frenado mayor.

5 **[0210]** Por otro lado, de acuerdo con esta realización, se permite un elevado grado de libertad a la hora de configurar el movimiento para el uso de la servo-prensa eléctrica para diversos tipos de trabajos de prensado, lo que representa una ventaja de la servo-prensa eléctrica. Además, puede conseguirse una servo-prensa eléctrica económica, que tenga el mismo nivel de rendimiento de parada inmediata que la prensa mecánica convencional, con una elevada seguridad, eficiencia de operación y operatividad con un reducido desgaste del freno mecánico, de forma que permita unos ciclos de mantenimiento del freno mecánico relativamente prolongados.

10 **[0211]** Para el comando de control de parada inmediata realizado en la servo-prensa eléctrica, el número de casos en los que el servomotor opera con normalidad es abrumadoramente mayor que el de los casos en los que tiene lugar una anomalía. Por lo tanto, de acuerdo con el método de control de esta realización, aunque el freno mecánico mantiene el estado de parada, el freno mecánico contribuye en poca medida al frenado del servomotor. De este modo, en algunos casos, existe una posibilidad de que el freno mecánico no efectúe un frenado sustancial hasta el momento en que la vida útil de la servo-prensa eléctrica esté llegando a su fin.

15 **[0212]** Por otro lado, la servo-prensa eléctrica debe poder frenar y detener el servomotor sin fallos, en caso necesario.

20 **[0213]** Por lo tanto, por ejemplo, puede habilitarse un modo de prueba para comprobar la fuerza de frenado del freno mecánico 15 a fin de confirmar que la rotación del servomotor 10 sólo pueda detenerse dentro del tiempo máximo de parada inmediata por efecto de la fuerza de frenado del freno mecánico 15 sin ejecutar el control de parada de la rotación del servomotor 10 en un momento adecuado, como con anterioridad al inicio o al final del funcionamiento de la prensa.

25 **[0214]** Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con esta realización, cuando se genera el comando de parada inmediata Skt, basándose en la generación, el control normal de la prensa pasa al control de parada de la rotación del motor de acuerdo con la CRVs de parada inmediata del movimiento. Cuando la rotación del servomotor 10 no se detiene una vez transcurrido el instante de parada programado Ts (en el instante de parada programado t3) durante el cual se ha programado la parada de la rotación del servomotor 10 por el control de parada de la rotación del motor, se obliga al freno mecánico 15 a realizar la operación de frenado, y se interrumpe forzosamente la fuente de alimentación de impulsión rotacional Vmt. Por lo tanto, en el caso de que el servomotor 10 funcione con normalidad, la servo-prensa eléctrica 1 puede verse abruptamente detenida en respuesta al comando de parada inmediata. Además, en el caso de que se produzca la puesta en marcha imprevista del servomotor, la rotación del servomotor puede detenerse rápida y fiablemente dentro de un período de tiempo predeterminado. De este modo,

30 es posible responder a la solicitud de parada inmediata del servomotor eléctrico.

35 **[0215]** Además, el freno mecánico 15 no se utiliza en exceso, como en el caso del control de parada inmediata del servomotor eléctrico convencional, y por tanto, basta con un freno de capacidad limitada. Además, el desgaste de los discos de fricción puede eliminarse. De este modo, pueden reducirse el tiempo y los costes de mantenimiento. Por ello, puede facilitarse una servo-prensa eléctrica que represente una reducida carga económica y una elevada productividad.

40 **[0216]** Asimismo, en esta realización, los medios de control se encuentran configurados de forma que incluyan unos medios de liberación forzosa del control de parada inmediata (50, 21, y 22) y de los medios de control del freno (50). Además también se facilitan medios de control de parada inmediata (50 y 20), medios de almacenamiento (50 y 28), medios de configuración de la temporización de liberación del control (50, 55, y 56), medios de configuración de la temporización del inicio de la frenada (50, 55, y 56), y medios de generación de la señal 41. De este modo, el servomotor eléctrico se realiza con mayor facilidad, y por tanto, puede esperarse que la servo-prensa eléctrica se difunda ampliamente. Además, también se facilita la manipulación, por lo que se permite un funcionamiento más flexible.

45 **[0217]** Además, en el caso de que se utilice el freno mecánico de descarga de aire y sujeción por resorte, que se utiliza ampliamente en las prensas mecánicas convencionales, como freno mecánico 15, tal y como se hace en esta realización, se garantizan un mayor efecto de frenado y una elevada fiabilidad.

50 **[0218]** Asimismo, el servomotor 10 está configurado de forma que el comando de control de parada de la rotación del servomotor 10 se libere de forma forzada al interrumpir las corrientes de impulsión I del motor (Iu, Iv, and Iw) del servomotor 10, por lo que no se crea un estado de control en el cual se mantenga durante un período prolongado una peligrosa puesta en marcha imprevista del servomotor 10. Por lo tanto, el estado de puesta en marcha imprevista del servomotor 10 puede eliminarse con fiabilidad.

55 **[0219]** Además, la señal de control Sc de los transistores de alimentación 25 se hace desaparecer mediante software, y también se elimina por software la señal de control básica Sd, o también se interrumpe por hardware (o físicamente) la fuente de alimentación de impulso rotacional Vmt para interrumpir las corrientes I de impulsión del motor. De este modo, puede garantizarse una rápida interrupción de la corriente con una elevada fiabilidad.

60 **[0220]** Cuando el motor de tipo síncrono está impulsado por rotación tan sólo después de la recepción de la señal de impulso rotacional Sd sincronizada con la posición del polo magnético del motor que se utiliza como servomotor 10, como en esta realización, puede facilitarse una servo-prensa eléctrica que presenta más seguridad frente a la puesta en marcha imprevista de la rotación del servomotor 10.

65 **[0221]** Asimismo, la señal de comando de parada inmediata se genera en esta realización al introducir cualquiera de las señales de comando de parada de emergencia Sem y la señal de detección de intrusiones Sin, por lo que el rango de aplicación para evitar riesgos es muy amplio. Asimismo, si la configuración es tal que las temporizaciones configuradas (T1 y T2) puedan ajustarse automáticamente de acuerdo con la velocidad máxima, en función de la parada inmediata del movimiento seleccionada, se consigue una servo-prensa eléctrica que es más fácil de manipular, al tiempo que permite un rápido mantenimiento de la posición de parada del motor.

[0222] La realización que acaba de describirse es un mero ejemplo utilizado para describir la presente invención. Por lo tanto, pueden introducirse diversos cambios, sin apartarse del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

Aplicación industrial

5

[0223] La presente invención puede responder a una solicitud de parada del funcionamiento de la prensa dentro del período más breve posible en respuesta al comando de parada inmediata, al tiempo que se garantiza la eliminación de los estados de funcionamiento del freno mecánico en el caso de que el motor gire con normalidad. Igualmente, la presente invención puede responder a una solicitud de parada de la prensa con rapidez y fiabilidad, aún en el caso

10

de que se haya producido una puesta en marcha imprevista del motor causada por un fallo mecánico o eléctrico o por una anomalía. De este modo, la presente invención es efectiva como una servo-prensa eléctrica o como el sistema de control de la misma.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de control de una servo-prensa eléctrica (1) para convertir la rotación de un servomotor controlado electrónicamente (10) mediante un mecanismo de conversión/transmisión de potencia (5) en un movimiento oscilante vertical de una corredera, para utilizar dicho movimiento oscilante vertical de la corredera para la realización de trabajos de prensado en una pieza, que comprende:
- 10 La ejecución de un comando de control de parada de la rotación del servomotor (10) conforme a un movimiento de parada inmediata predeterminado, para detener inmediatamente la prensa en respuesta a un comando de parada inmediata; y
- 15 Siempre que haya transcurrido un período de tiempo predeterminado tras el inicio de la ejecución del control de parada de la rotación, hacer simultáneamente que un freno mecánico (15) de la servo-prensa eléctrica (1) actúe realizando la frenada en una salida del servomotor (10), y deteniendo al menos un control electrónico, incluyendo al menos el control de parada de la rotación y la fuente de alimentación de impulsión del servomotor (10), en el que una vez transcurrido un período de tiempo predeterminado desde el inicio de la ejecución del control de parada de la rotación se encuentra en o alrededor de un instante de parada programado en el cual se detiene la rotación del servomotor (10) por efecto de la ejecución del control de parada de la rotación, en el caso de que el servomotor opere sin anomalías ni fallos.
- 20 2. Una servo-prensa eléctrica (1) que comprende:
 Un servomotor controlado electrónicamente (10);
 un freno mecánico (15) de la servo-prensa eléctrica (10);
 un dispositivo de control para una servo-prensa eléctrica (1) para convertir la rotación de un servomotor controlado electrónicamente (10) mediante un mecanismo de conversión/transmisión de potencia (5) en un movimiento oscilante vertical de una corredera, para utilizar dicho movimiento oscilante vertical de la corredera para la realización de trabajos de prensado en una pieza, estando el dispositivo de control configurado para:
- 25 Ejecutar un control de parada de la rotación del servomotor (10) conforme a un movimiento de parada inmediata del movimiento predeterminado, para detener inmediatamente la prensa en respuesta a un comando de parada inmediata; y
- 30 Siempre que haya transcurrido un período de tiempo predeterminado tras el inicio de la ejecución del control de parada de la rotación, hacer simultáneamente que un freno mecánico (15) de la servo-prensa eléctrica (1) actúe realizando la frenada en una salida del servomotor (10), y deteniendo al menos un control electrónico, incluyendo al menos el control de parada de la rotación y la fuente de alimentación de impulsión del servomotor (10), en el que una vez transcurrido un período de tiempo predeterminado desde el inicio de la ejecución del control de parada de la rotación se encuentra en o alrededor de un instante de parada programado en el cual se detiene la rotación del servomotor (10) por efecto de la ejecución del control de parada de la rotación, en el caso de que el servomotor opere sin anomalías ni fallos.
- 35 3. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a la reivindicación 2, en la que la parada de al menos uno de los controles electrónicos, incluyendo al menos el control de parada de la rotación del servomotor (10) y la fuente de alimentación de impulsión, incluye la interrupción de una línea de señal de control o una línea de alimentación eléctrica de impulsión conectada al servomotor (10) por hardware.
- 40 4. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a la reivindicación 2, en la que la parada de la fuente de alimentación de impulsión del servomotor incluye al menos la desaparición de una señal de control para los transistores de alimentación que forman parte de un circuito de impulsión de un servomotor (20) para hacer que desaparezca la señal básica de control de los transistores de alimentación (25) e interrumpir la corriente de impulsión suministrada al servomotor (10) por un contactor electromagnético (22).
- 50 5. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a una de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende:
 Medios de control de parada inmediata para ejecutar un control de parada de la rotación del servomotor (10) basado en un movimiento de parada inmediata almacenado en los medios de almacenamiento al generarse el comando de parada inmediata; y
- 55 Medios de control para ordenar al freno mecánico (15) de la servo-prensa eléctrica (1) que inicie una operación de frenado en una salida del servomotor (10) en un momento predeterminado de inicio del accionamiento del freno, cuando el control de parada de la rotación es ejecutado por los medios de control de parada inmediata, y para ordenar que cese el control de parada de la rotación ejecutado por los medios de control de parada inmediata en un instante predeterminado de liberación del control.
- 60 6. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a la reivindicación 5, en la que el instante predeterminado de inicio del accionamiento del freno está configurado para hacer que el freno mecánico (15) de la servo-prensa eléctrica (1) actúe realizando realmente la frenada en la salida del servomotor (10) en o alrededor de un instante de parada programado en el cual la rotación del servomotor (10) se detiene por la ejecución del control de parada de la rotación.
- 65

- 5 7. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a la reivindicación 5 o 6, en la que la temporización de liberación de control predeterminada se configura de forma que el control de parada de la rotación efectuado por los medios de control de parada inmediata realiza la parada en o alrededor del instante de parada programado en el cual la rotación del servomotor (10) se detiene a causa de la ejecución del control de parada de la rotación.
- 10 8. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en la que los medios de control ejecutan el control de parada de la fuente de alimentación de impulsión del servomotor en o alrededor de un instante de parada programado en el cual la rotación del servomotor (10) se detiene a causa de la ejecución del control de parada de la rotación.
- 15 9. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en la que la parada de la ejecución del control de parada de la rotación realizada por los medios de control de parada inmediata, siendo ejecutada dicha parada por los medios de control, incluye el control de interrupción de una línea de señal de control conectada al servomotor (10) por hardware.
- 20 10. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a la reivindicación 8 o 9, en la que el control de parada de la fuente de alimentación de impulsión del servomotor (10), siendo ejecutado dicho control por los medios de control, incluye el control de la interrupción de una línea de la fuente de alimentación de impulsión conectada al servomotor (10) por hardware.
- 25 11. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a la reivindicación 8 o 9, en la que el control de parada de la fuente de alimentación de impulsión del servomotor (10), siendo ejecutado dicho control por los medios de control, incluye al menos un control para hacer que desaparezca una señal de control de los transistores de alimentación (25) que constituyen una parte de un circuito de control del servomotor (20), para hacer que desaparezca una señal de impulsión básica de los transistores de alimentación (25) y un control para la interrupción de una corriente de impulsión suministrada al servomotor por un contactor electromagnético (22).
- 30 12. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, que comprende asimismo al menos una sección para el almacenamiento de la temporización predeterminada del inicio de accionamiento del freno, una sección para ordenar al freno mecánico (15) de la servo-prensa eléctrica (1) que inicie una operación de frenado en la salida del servomotor (10) en el instante predeterminado de inicio del accionamiento del freno, una sección para almacenar la temporización predeterminada de liberación del control, y una sección para ordenar la parada de la ejecución del control de parada de la rotación realizada por los medios de control de parada inmediata en el instante de control predeterminado, que se encuentran configurados de forma redundante para incrementar la fiabilidad y la seguridad.
- 35 13. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12, en la que en el momento en el cual se hace que el freno mecánico (15) de la servo-prensa eléctrica (1) realice el frenado de la salida del servomotor (10) coincide con, o tiene lugar en un momento predeterminado anterior a un instante en el cual se detiene al menos un control electrónico, que incluye al menos el control de parada de la rotación y la fuente de alimentación de impulsión del servomotor (10).
- 40 14. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13, en la que el freno mecánico (15) está estructurado de forma que se acciona una válvula electromagnética para descargar aire en un cilindro para liberar un aire a presión contra la fuerza de retorno un resorte, de forma que los elementos de fricción están presionados entre sí por la fuerza de retorno del resorte, frenando la salida del servomotor (10).
- 45 15. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14, en la que el servomotor (10) es un motor de tipo síncrono controlado en rotación en respuesta a una señal de impulsión de rotación, y que está sincronizado con una posición de un polo magnético de un rotor.
- 50 16. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 a 15, en la que el comando de parada inmediata se genera en función de al menos un comando de parada de emergencia generado en base a una operación manual por parte de un operador y una señal de detección de intrusiones generada por la intrusión de una mano humana en una zona peligrosa.
- 55 17. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 a 16, en la que el instante de parada programado es un instante de parada programado, en el que la rotación del servomotor (10) se detiene por la ejecución del control de parada de la rotación partiendo de un estado en el cual el servomotor (10) opera a su máxima velocidad, o un estado en el cual la servo-prensa eléctrica (1) opera a su máxima velocidad, independientemente de la velocidad de rotación del servomotor (10) con anterioridad a la ejecución del control de parada de la rotación.
- 60 18. Una servo-prensa eléctrica (1) conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 a 16, en la que el instante de parada programado se modifica en función de una velocidad de rotación y de una tasa objetivo de
- 65

desaceleración del servomotor (10) con anterioridad a la ejecución del control de parada de la rotación.

Figura 1

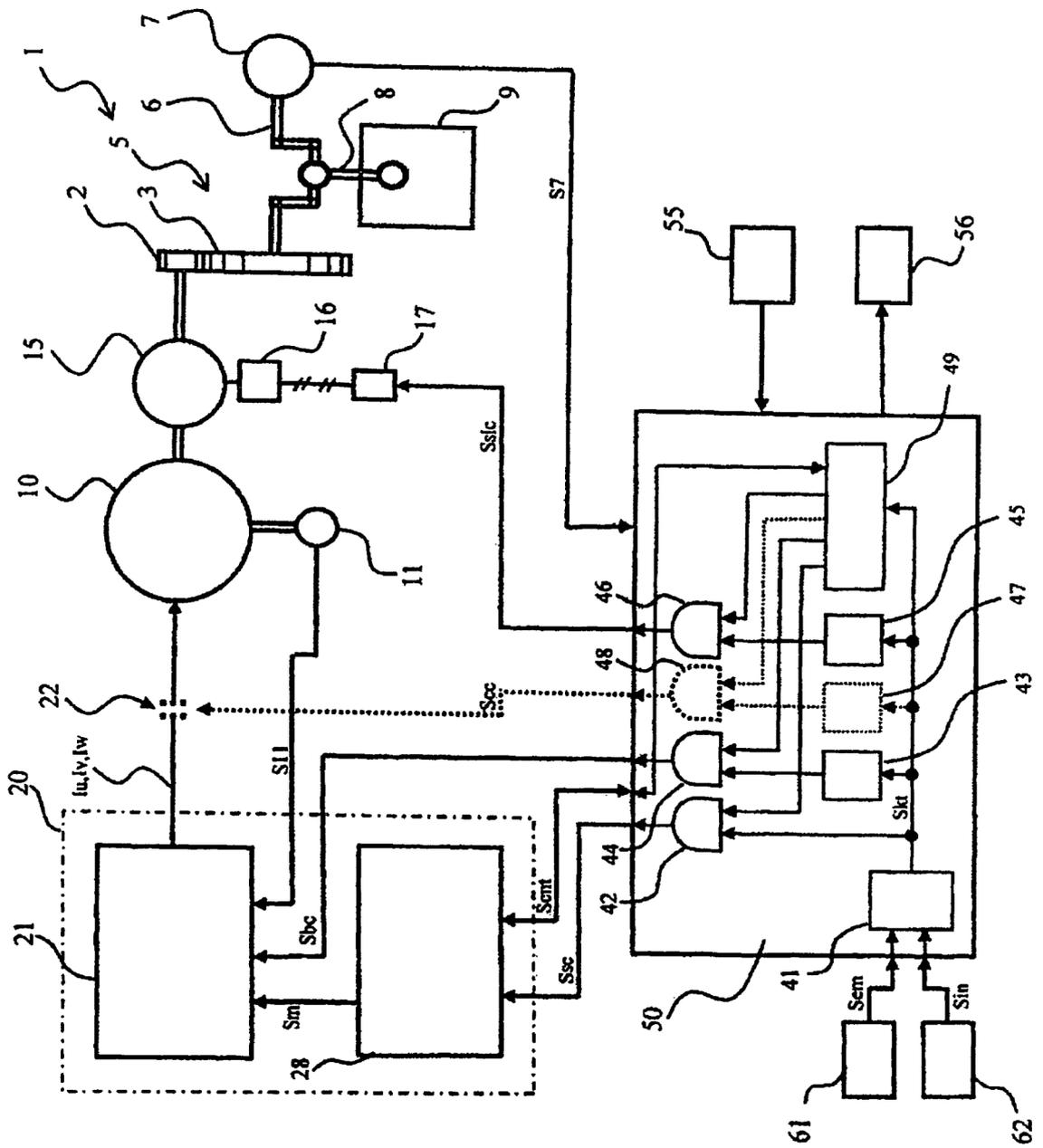


Figura 2

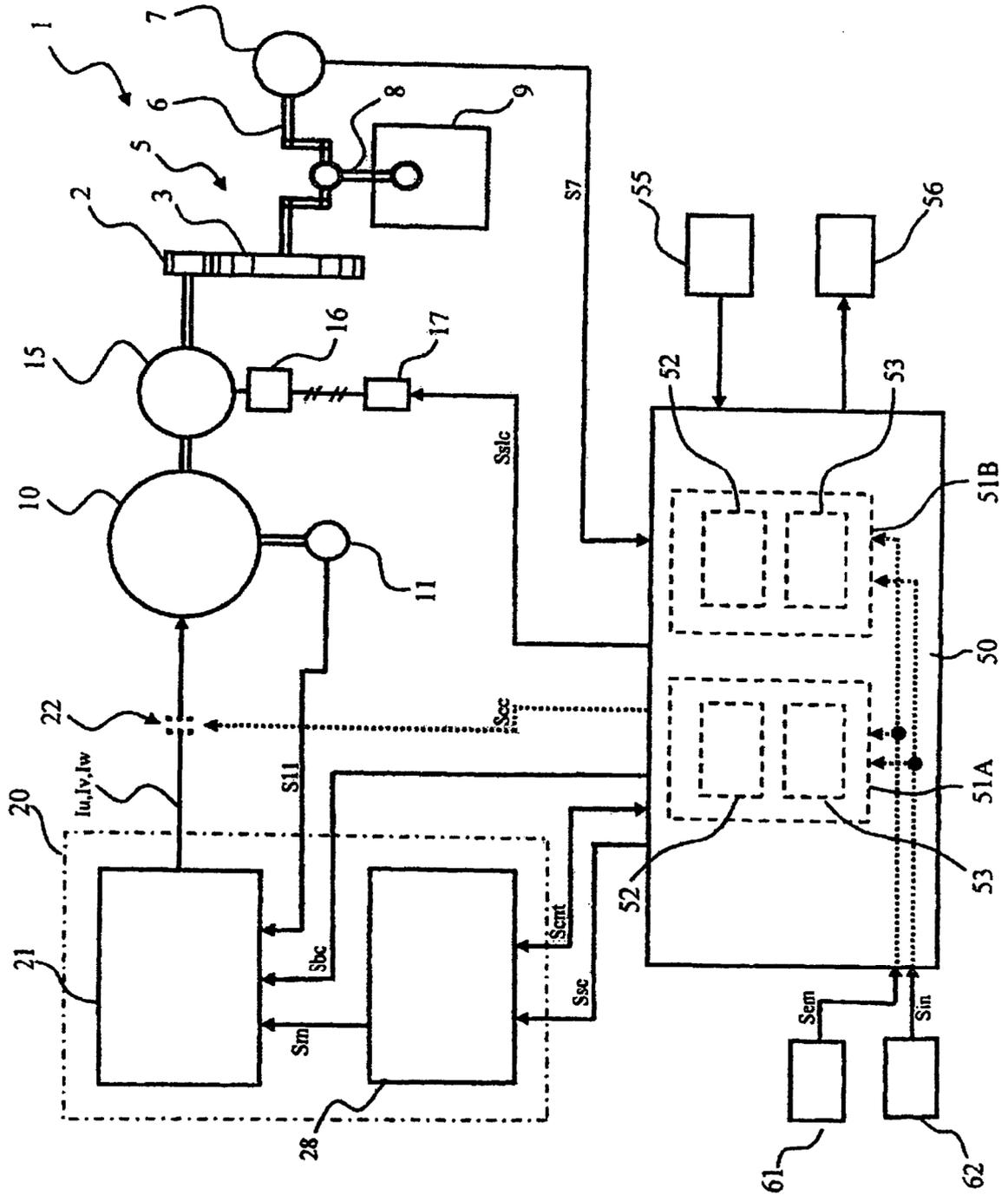


Figura 3

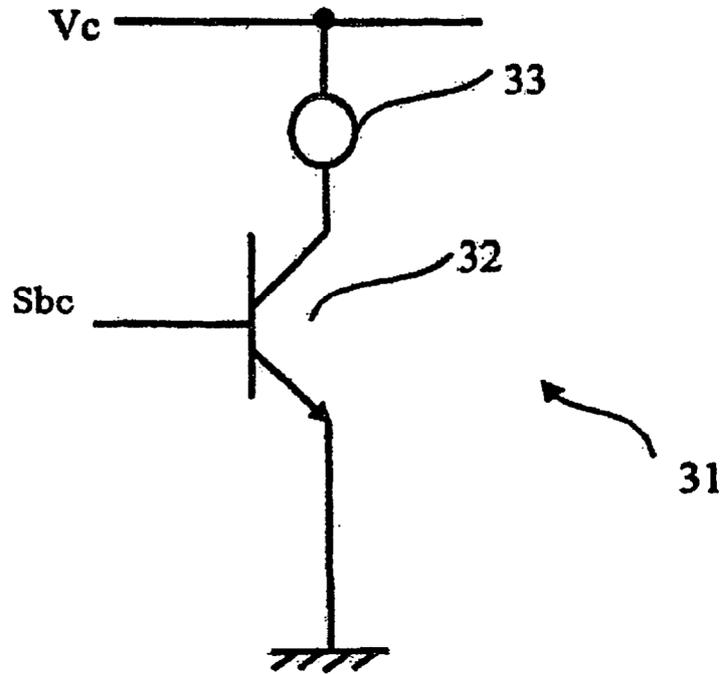


Figura 4

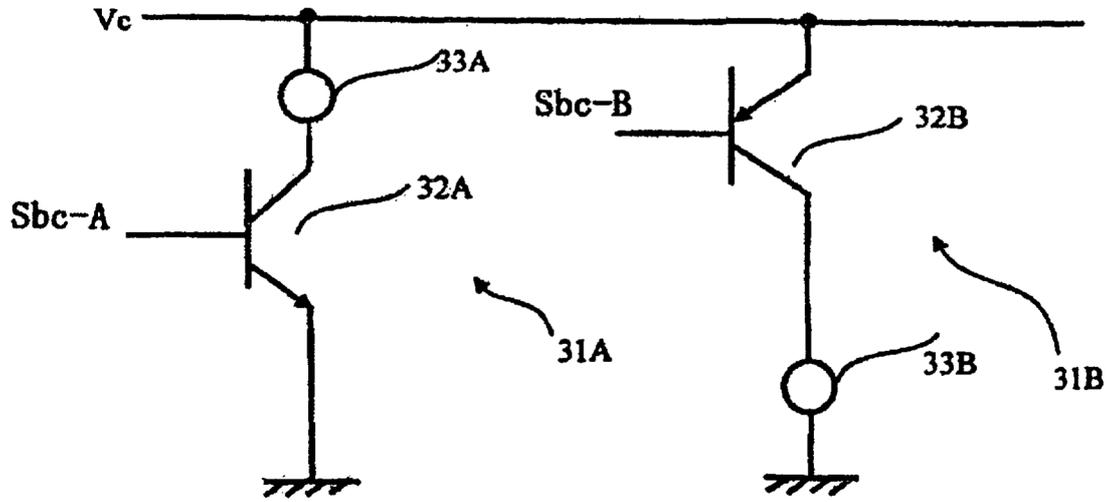


Figura 5

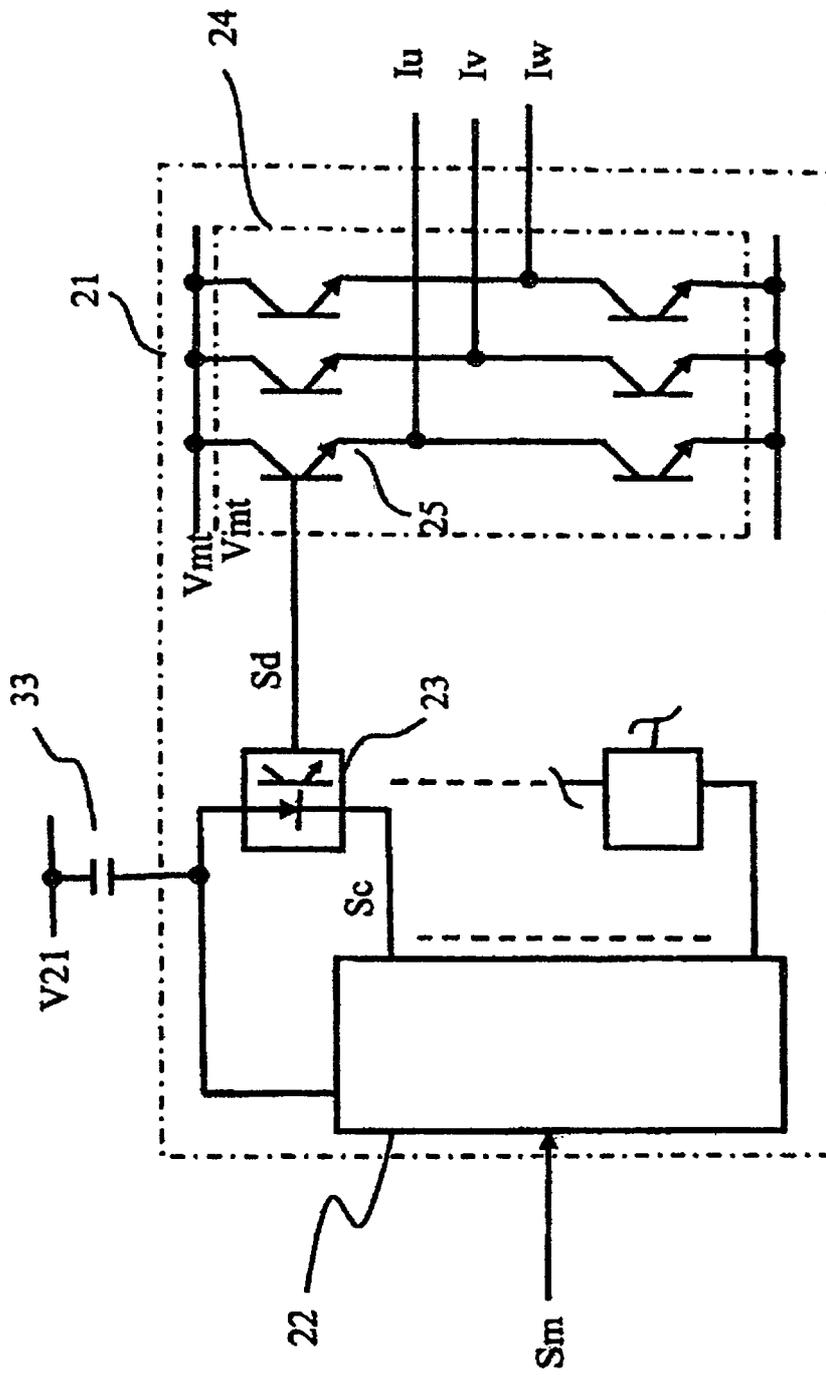


Figura 7

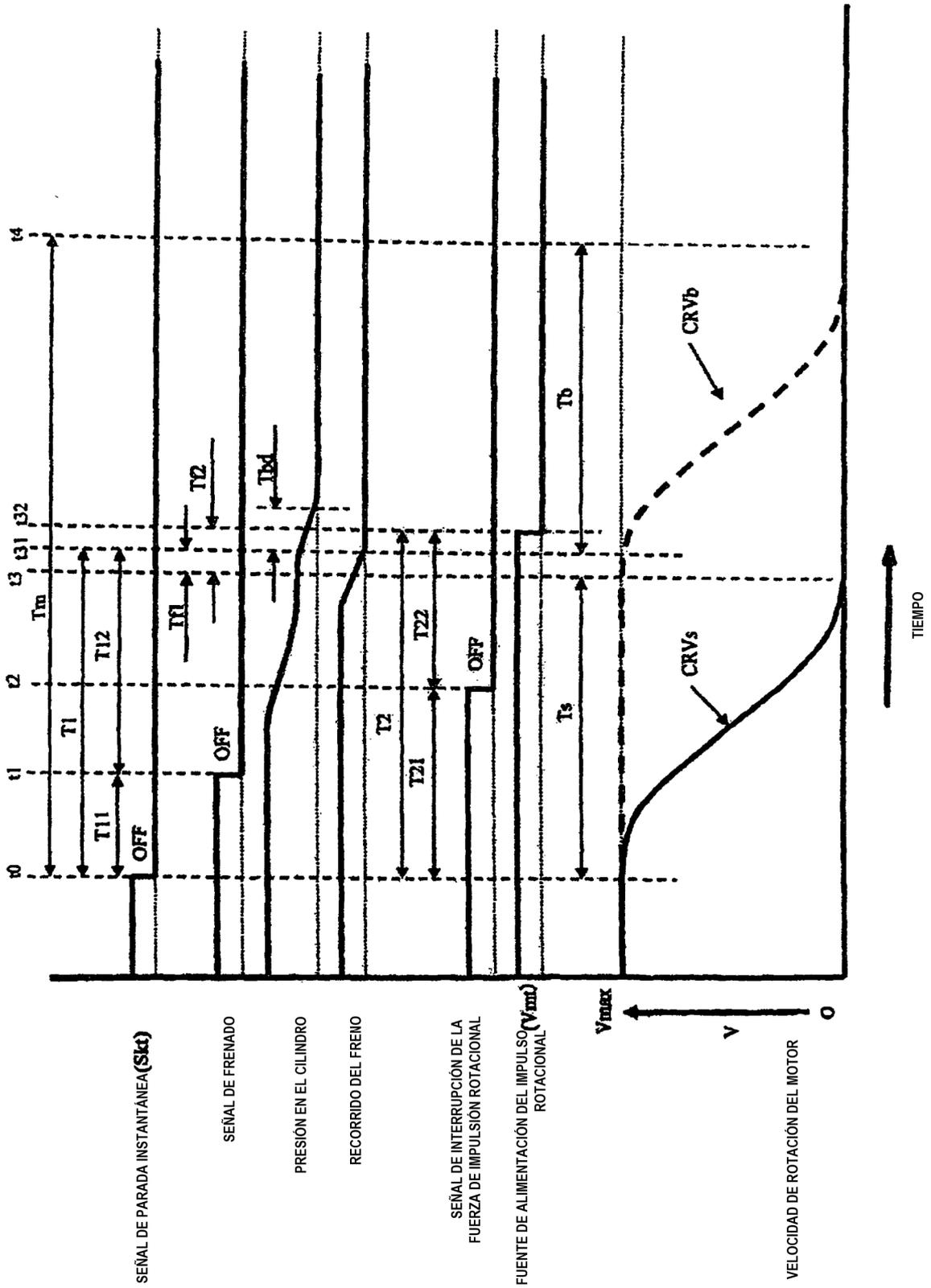
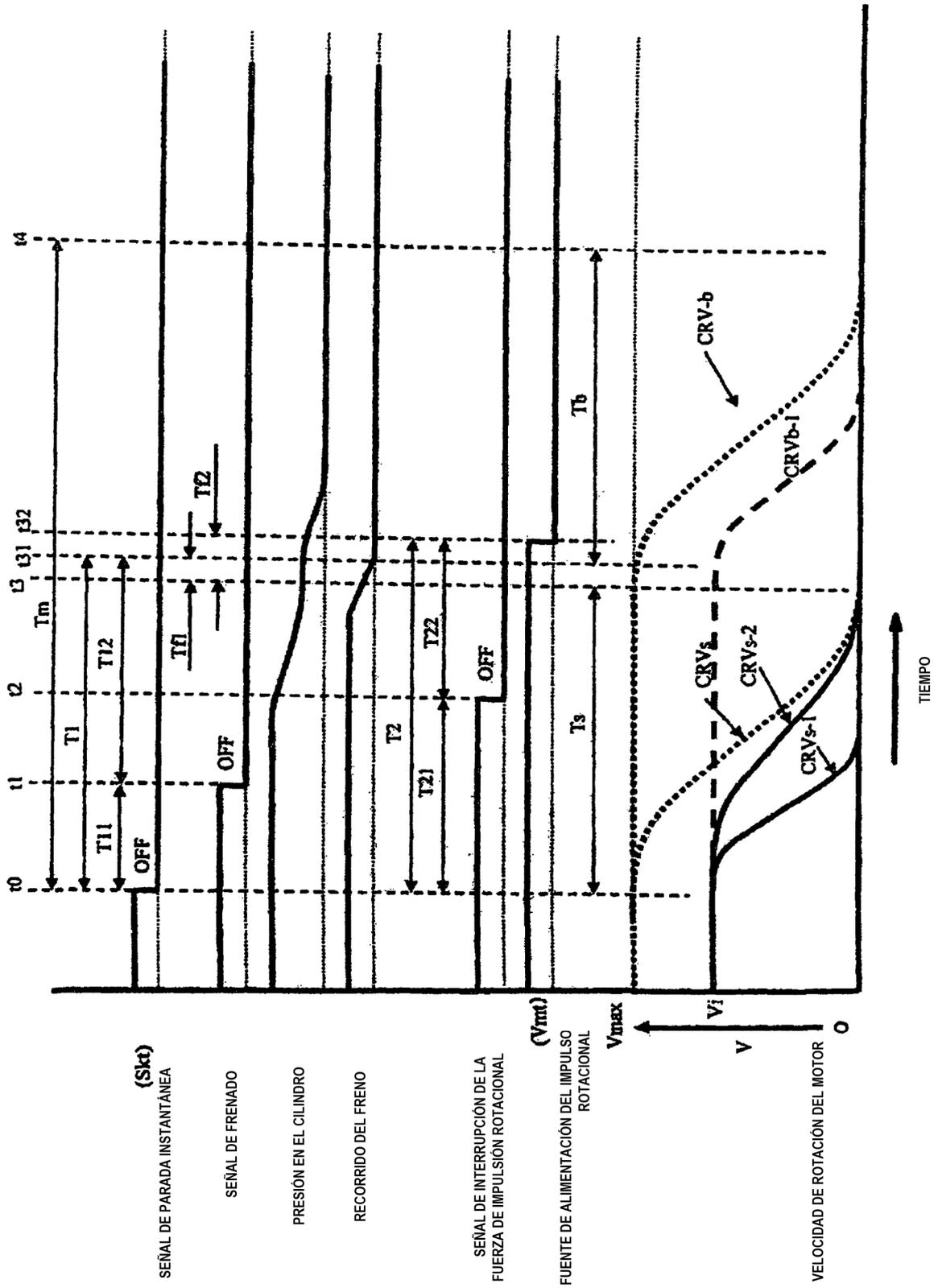


Figura 8



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- JP 2003290997 A [0021]
- JP 2005125330 A [0021]
- JP 2003205397 A [0021]
- JP 2005219089 A [0021]
- JP 2005199314 A [0021]
- JP 2004025287A B [0022]
- JP 2004023838 A [0022]

10